

Національна академія аграрних наук України
Панфільська дослідна станція
Національний науковий центр
«ІЗ НААН»

**ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ
ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР
В КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ
НА ОСНОВІ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ
ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ
ЗА КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН В УМОВАХ
ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ**



**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ПАНФИЛЬСЬКА ДОСЛІДНА СТАНЦІЯ
НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР
«ІЗ НААН»**

**ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР В
КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ НА ОСНОВІ
УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ФОРМУВАННЯ
ПРОДУКТИВНОСТІ ЗА КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН В УМОВАХ
ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ**

Науково-практичні рекомендації

УДК 633.582:631.8:631.5

*Рекомендовано та затверджено до друку науково-технічною радою
Панфільської дослідної станції ННЦ «ІЗ НААН»*

(протокол № 5 від 25.10. 2023 р.)

Рецензенти:

Єзерковська Л.В. – канд. с.-г. наук, доцент кафедри землеробства, агрохімії та ґрунтознавства, Білоцерківський національний аграрний університет.

Цюк О.А. – д-р с.-г. наук, професор кафедри землеробства та гербології Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Технологія вирощування зернових культур в короткоротаційних сівозмінах на основі управління процесами формування продуктивності за кліматичних змін в умовах Лівобережного Лісостепу./ Є.В. Задубинна, О.А. Тарасенко, С.В. Перець, Н.А. Царинок, Ю.М. Бебех.

Рекомендації призначені для агрономів, наукових співробітників, керівників та спеціалістів агропромислового комплексу зон Лісостепу і Полісся.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1. Способи і системи обробітку ґрунту в короткоротаційних сівозмінах в умовах Лівобережного Лісостепу.....	6
2.Короткоротаційні сівозміни в умовах Лівобережного Лісостепу.....	10
3.Технологія вирощування пшениці озимої в короткоротаційних сівозмінах на основі управління процесами формування продуктивності за кліматичних змін в умовах Лівобережного Лісостепу.....	14
4.Технологія вирощування ячменю ярого в короткоротаційних сівозмінах на основі управління процесами формування продуктивності за кліматичних змін в умовах Лівобережного Лісостепу.....	27
5.Технологія вирощування кукурудзи в короткоротаційних сівозмінах на основі управління процесами формування продуктивності за кліматичних змін в умовах Лівобережного Лісостепу.....	36
Висновки.....	44
Рекомендації виробництву.....	45
Перелік літературних джерел.....	47

ВСТУП

Розвиток у світовій галузі сільського господарства невинно триває. В умовах сучасних ринкових відносин з'являється нова сільськогосподарська техніка модернізована як для комфортабельних умов праці механізаторів, так і для раціонального обробітку з високою економічністю затрат на паливно-мастильні матеріали. Крім того, у світі розробляються і впроваджуються нові енергоощадні технології вирощування сільськогосподарських культур, виводяться сучасні сорти та гібриди, стійкі до стресових умов навколишнього середовища з високими товарними якостями. Перед якими традиційні технології, впроваджені у регіонах України, суттєво поступаються своєю енергоємністю та затратністю на виробництво, а районовані сорти та гібриди культур поступаються як за урожайністю і якістю, так і за адаптивністю до стресових погодних умов. Що не дає можливості вітчизняній продукції бути конкурентоспроможною.

Подальше виробництво продукції зернових перебуває під загрозою перемін клімату, що призводить до нестабільності температурного режиму та структури опадів, і збільшення частоти прояву екстремальних погодних явищ. Засухи й повені будуть мати більшу інтенсивність в природі. Тому, необхідно терміново зрозуміти потенційні наслідки зміни погоди для показників врожайності сільськогосподарських культур з метою адаптації до нових кліматичних умов. Вплив глобального потепління на сільське господарство різноманітний. Мінімальне підвищення температури може поліпшити врожаї в місцях з помірним кліматом, тоді як екстремальне потепління з відсутністю опадів призводить до низьких урожаїв [1]. Україна, як важливий гравець на світовому ринку зерна, завдяки своїм великим масивам придатних до сільськогосподарського виробництва, особливо цікава. Виходячи з історичних кліматичних даних зрозуміло, що в країні вже відчуваються зростаючі температури, а кліматичні прогнози передбачають подальше потепління, особливо на півдні.

В умовах погіршення кліматичних умов та економічної кризи, що обумовлює постійне здорожчання енергоресурсів, існує потреба суттєвих змін у підході до ведення сільськогосподарського виробництва. Цю проблему потрібно вирішувати шляхом раціонального землекористування, встановлення науково обґрунтованого чергування культур у короткочасних сівозмінах та за рахунок способів ефективного обробітку ґрунту, систем удобрення, максимальної реалізації біогенетичного потенціалу сучасних сортів і гібридів.

Практично всі посівні площі сільськогосподарських культур в Україні знаходяться в зоні ризикованого землеробства (території із природним дефіцитом опадів), де є постійний ризик втрати обсягів урожаю у надто посушливий рік або втрати якості урожаю у надмірно дощовий рік. Аграріям необхідно знати, що фактор глобальної зміни клімату посилює такі ризики. Варто враховувати подібний чинник для прийняття ефективних рішень та практичних заходів для пристосування (адаптації) до зміни клімату у довгостроковій перспективі та об'єктивно оцінювати погодні умови кожного року для зниження ризиків у короткостроковій перспективі.

Тому, з'явилася необхідність у перегляді підходів до раціональної структури сільськогосподарських угідь, удосконаленні і впровадженні науково-обґрунтованих, економічно та енергетично виправданих спеціалізованих чотирирічних сівозмін з оптимальним насиченням й розміщенням культур за різних рівнів інтенсифікації. Вирішення поставленого завдання спрямовано на розробку технології вирощування зернових культур в короткочасних сівозмінах на основі управління процесами формування продуктивності за кліматичних змін в умовах Лівобережного Лісостепу.

1. СПОСОБИ І СИСТЕМИ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ

Обробіток ґрунту є однією із основних складових технології вирощування сільськогосподарських культур, що регулює агрофізичні, біологічні й агрохімічні процеси, які відбуваються в ґрунті, інтенсивність розкладання та нагромадження органічної речовини, вміст і розподіл вологи у оброблюваному шарі, а також ефективність використання мінеральних добрив. У комплексі ці процеси забезпечують сприятливі умови росту і розвитку, які складаються в агрофітоценозі за певних погодних умов [2,3]. Основний обробіток є одним із ефективних заходів боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами. Враховуючи чутливість сільськогосподарських культур до бур'янів, обов'язковим є дотримання їх своєчасного і якісного контролювання, що забезпечує високий рівень урожайності зерна цієї культури [4, 5].

До технологічних заходів, які є наслідком процесу обробітку ґрунту відносяться: перевертання, перемішування, подрібнення, розпушування, вирівнювання, ущільнення, підрізання бур'янів, утворення гребенів. Відповідно до чинного Національного стандарту України «Загальне землеробство. Терміни і визначення» розпушення ґрунту (Loosening of soil) передбачає змінну взаємного розташування агрегатів із збільшенням обсягу ґрунту. Чим проводити розпушення і яким воно має бути, залежить від властивостей ґрунту, особливостей основної технології у господарстві, завдань які слід виконати. Розпушення може бути мілким, або взагалі не значним, коли мова йде про нову (протиерозійну) No-till технологію, з прямим посівом без механічної дії на ґрунт. Якщо ж основним завданням є розпушення ґрунту і руйнування плужної підшви то однозначно це буде глибоке розпушення, або й взагалі нарізання щілин задля регулювання водного режиму ґрунту та формування сприятливого орного шару для накопичення і зберігання вологи в осінньо-зимовий або весняно-літній періоди.

Існують різні способи обробітку ґрунту для вирощування сільськогосподарських культур. Залежно від глибини обробітку виділяють два основні способи: традиційний та мінімальний обробіток ґрунту. Також існує третій варіант – проведення сівби безпосередньо в стерню, за такого способу ґрунт обробляється сівалкою за допомогою спеціального встановленого знаряддя локально в зоні рядка, куди всівають насінину. Особливо ціною є така технологія за вирощування культур з широкорядним способом сівби – соняшника та кукурудзи, де більше 70 % площі залишається необробленою.

Обробіток ґрунту – це сукупність прийомів механічної дії на верхній шар ґрунту, з метою підвищення його родючості та оптимізації умов для розвитку рослин. Подрібнення орного шару дає змогу поліпшити водо- і повітропроникність ґрунту, активувати діяльність мікроорганізмів, захистити поле від бур'янів, шкідників і хвороб [6].

Вибір підходу до обробітку ґрунту залежить від кліматичних особливостей регіону, типу ґрунту біологічних характеристик вирощуваної культури та її вибагливості.

Оранка є перевіреним традиційним способом обробітку ґрунту, використання якого має ряд унікальних переваг. За один прохід плуг частково подрібнює залишені рослинні рештки на поверхні та переміщує їх в нижній шар ґрунту. На легких ґрунтах після оранки залишається ґрунтовий рельєф, що вимагає тільки легкого вирівнювання і прикочування для створення ущільненого насінневого ложа. В таких умовах оранка має великі економічні переваги порівняно з іншими системами обробітку.

Удосконалення систем основного обробітку ґрунту спрямовується на підвищення продуктивності праці, зниження собівартості продукції, зменшення енергетичних витрат, поліпшення його агрофізичних властивостей, балансу гумусу, зменшення питомих витрат вологи та поживних речовин, захист ґрунтів від водної й вітрової ерозії. Багатьма вченими встановлено, що оптимізація агрофізичних властивостей ґрунту найбільш тісно пов'язана з його обробітком

[7,10]. До основних завдань обробітку ґрунту відносять: зміну будови і структурного стану ґрунту, які, в свою чергу, мають забезпечувати створення сприятливих водно-повітряного, теплового та поживного режимів; посилення кругообігу поживних речовин за рахунок загортання та перемішування в ґрунті рослинних решток і добрив; активізацію й посилення мікробіологічних процесів; знищення бур'янів, збудників хвороб і шкідників сільськогосподарських культур; запобігання ерозійним процесам, непродуктивним втратам води та поживних речовин [8,9].

За систематичного застосування безполицевого обробітку верхня частина 0-10 см орного шару ґрунту збагачується рослинними рештками, валовими і рухомими формами гумусових речовин і елементів мінерального живлення, зростає його біологічна активність. При цьому в нижній частині орного шару збільшуються об'ємна маса і твердість, зменшується вміст органічної речовини та елементів азотного й зольного живлення рослин. Таким чином, за безполицевого способу обробітку відбувається диференціація оброблюваного шару за основними елементами родючості з їх концентрацією у верхній частині (гетерогенна будова) та посилення анізотропності ґрунтового профілю.

Система *No-till* — сучасна технологія обробітку ґрунту, яка передбачає відмову від оранки за допомогою традиційної техніки. В результаті поверхня залишається в нерухомому стані та покривається подрібненими поживними залишками [11]. Завдяки діяльності корисних мікроорганізмів відбувається їх мінералізація та збільшення органічної маси у верхніх ґрунтових шарах. Це призводить до покращення структури ґрунтового шару та підвищення природної родючості ґрунтів. Крім того, поверхня, покрита мульчею, ліпше зберігає вологу та запобігає ґрунтовій ерозії.

Основна сутність застосування нульового обробітку полягає у створенні умов, при яких родючість поверхневого шару відновлюється природнім способом [12].

За традиційною технологією для боротьби з бур'янами виконується оранка полів. При цьому відбувається обертання орного шару, подрібнення і

перемішування ґрунту. В результаті поверхня залишається голою, що призводить до вітрової ерозії. Головні принципи нульової технології полягають у мінімальному механічному впливі на поверхневий шар, постійному збереженні структури ґрунту та рослинних залишків, дотримання науково обґрунтованої сівозміни. Реалізація цих правил передбачає виконання комплексу заходів:

- прями́й посів та відмову від традиційної оранки, глибокого розпушування, боронування, культивації та інших видів обробітку ґрунту;
- заборону на спалювання та вилучення з поля побічної продукції;
- відмову від використання органічних добрив (за рахунок застосовування залишків основних та покривних культур);
- внесення мінеральних добрив одночасно із висівом насіння;
- використання спеціальної техніки, сівалок та ін.

Система обробітку *No-Till* позитивно позначається на водно-фізичних, біологічних та хімічних властивостях поверхневого шару, порівняно з традиційною оранкою вона має низку переваг:

- знижує витрати на оплату праці, амортизацію техніки, паливно-мастильних матеріалів та добрив;
- зберігає та відновлює родючість землі;
- запобігає ерозії ґрунту;
- сприяє затриманню і накопиченню вологи в ґрунті, що особливо актуально для посушливих регіонів.

Мінімізація обробітку ґрунту за системою *No-till* може стати хорошою альтернативою традиційним технологіям для фермерських господарств, оскільки дає змогу знизити експлуатаційні й трудові витрати на посів та догляд за культурами без втрати врожаю, а також збільшити рентабельність. Технологію прямого посіву обирають тому, що вона зупиняє ерозію ґрунту та відновлює родючість природним способом, що неможливо зробити при традиційній системі землеробства.

2. КОРОТКОРОТАЦІЙНІ СІВОЗМІНИ В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ

Сівозміна передбачає використання різних культур протягом визначеного періоду. Чотирипільна ротація забезпечує оптимальний склад та консистенцію ґрунту, що призводить до більшої продуктивності полів. Якщо дотримуватись принципів чергування культур у сівозміні, можна запобігти деградації ґрунтів та отримати оптимальний результат. Дотримання науково обґрунтованого методу ведення сільського господарства привертає все більше уваги з боку фермерів, адже він здатний підвищити продуктивність сільськогосподарських культур.

Основою системи землеробства є інтенсивні технології вирощування сільськогосподарських культур в сівозміні. Основним заходом щодо припинення й запобігання розвитку негативних процесів та кризових явищ у землеробстві є науково обґрунтоване розміщення культур у сівозмінах. При їх застосуванні продуктивніше використовуються угіддя, добрива, краще реалізуються потенційні можливості сортів рослин, знижується забур'яненість, зменшується дія шкідників та хвороб на посіви культур сівозміни при мінімальному застосуванні хімічних препаратів. Усе це позитивно впливає на стан довкілля, відкриває додаткові можливості збільшення отримання зернової продукції при зменшенні затрат на її виробництво [13].

Особливого значення набуває знання оптимального та економічно вигідного насичення сівозмін зерновими та олійними культурами, зокрема кукурудзою та соняшником з урахуванням організаційних та природних умов. Скорочення асортименту вирощуваних культур, створення менших за розміром господарств, звуження спеціалізації господарств не дозволяє мати багатопільні сівозміни. Тому необхідно перейти до сівозміни з короткою ротацією.

Побудова таких сівозмін має здійснюватися за науковими принципами, головний з яких — науково обґрунтоване розміщення і чергування культур за законами плодозміни. Саме цей чинник є основою високої і стабільної

продуктивності культур, збалансованості показників родючості ґрунту і фітосанітарного стану посівів [14]. Оптимальна тривалість ротації таких сівозмін має бути 4-пільна (при варіюванні від 3-до 5-пільної). Це зумовлено вимогами до розміщення культур після відповідних попередників і дотримання періоду повернення культур на попереднє місце вирощування, який для більшості з них становить 3-4 роки. Тому, в короткоротаційних сівозмінах поле, на якому такі культури вирощуватимуться, слід ділити на дві частини і поперемінно на кожній з них висівати ці культури [15].

Дослідження проводились у стаціонарному досліді на Панфільській дослідній станції ННЦ «ІЗ НААН» на чорноземі типовому малогумусному неглибокому в Бориспільському районі Київської області у двох польових чотирипільних сівозмінах з традиційним чергуванням культур.

Вивчали чотири варіанти моделей технології вирощування зернових культур – пшениці озимої, ячменю ярого та кукурудзи, які відрізняються рівнем ресурсного навантаження за трьох систем обробітку ґрунту: застосування класичної оранки на 25-27 см, мінімального обробітку з дискуванням ґрунту на 10-12 см та системи No-till з прямою сівбою в дернину (табл.1).

До першої сівозміни включені: ячмінь ярий, соняшник, соя, пшениця озима. До другої сівозміни – озима пшениця, ріпак ярий, ячмінь ярий, кукурудза.

Оранку проводили плугом ПЛН 3–35 на глибину 25-27 см після збирання попередника. Навесні проводили культивуацію на глибину 10-12 см. Передпосівний обробіток передбачав культивуацію на глибину 5-6 см.

Мінімальний обробіток передбачав осіннє лушення в 2 сліди дисковою бороною АГ–2,4 на глибину 10-12 см. Навесні після появи сходів бур'янів проводили культивуацію на глибину 10-12 см. Передпосівний обробіток передбачав культивуацію на глибину 5-6 см.

На ділянках No-till сівбу проводили сівалкою зерною «Сіва» СЗМ 3,6 No-till technology.

**Таблиця 1. Чергування культур у короткоротаційних сівозмінах
стаціонарного дослідів Панфільської дослідної станції, 2021-2023 рр.**

№ поля	Роки досліджень		
	2021	2022	2023
І сівозміна			
1.	Ячмінь	Соя	Пшениця озима
2.	Соя	Пшениця озима	Соняшник
3.	Пшениця озима	Соняшник	Ячмінь
4.	Соняшник	Ячмінь	Соя
II сівозміна			
1.	Ячмінь	Ріпак ярий	Пшениця озима
2.	Ріпак ярий	Пшениця озима	Кукурудза
3.	Пшениця озима	Кукурудза	Ячмінь
4.	Кукурудза	Ячмінь	Ріпак ярий

У стаціонарному досліді висіяні наступні сорти і гібриди:

- Пшениця озима – Поліська 90;
- Ячмінь ярий – Імідж;
- Кукурудза – гібрид МАС 25.Ф.

Набір культур у короткоротаційних сівозмінах визначається спеціалізацією господарства, а остання в свою чергу – зональними ґрунтово-кліматичними умовами та кон'юнктурою ринку [16].

При введенні короткоротаційних сівозмін значення сівозмінного чинника настільки зростає, що за агротехнічною ефективністю він не поступається, а за економічною – навіть перебільшує такі заходи, як оновлення сортів, зміна технологій обробітку ґрунту.

Відтак довжина ротації сівозмін значною мірою залежить від того, які культури і скільки їх потрібно вирощувати. Якщо господарство вирощує великий набір культур, то розміщувати їх необхідно в багатопільних сівозмінах. Коли ж планується зосередити роботу на 2-3-4 культурах, то тут мають бути короткоротаційні 4-5-пільні сівозміни плодозмінного типу [17,18].

Слід зауважити, що питання переходу від довгоротаційних сівозмін до сівозмін з короткою ротацією в кожному випадку необхідно вирішувати відповідно до конкретних соціально-економічних і ґрунтово-екологічних чинників.

Враховують вплив вирощуваних культур на родючість ґрунту, його фізичні та технологічні властивості, вишукуючи при цьому можливості для скорочення кількості обробітків ґрунту, особливо трудомістких. Визначають потреби й особливості використання механічних та хімічних засобів боротьби з бур'янами, хворобами і шкідниками сільськогосподарських культур. Така порівняльна оцінка продуктивності попередньої і кількох варіантів нової сівозміни дасть змогу встановити таку сівозміну, яка б найбільше відповідала сучасним ринковим відносинам, забезпечувала відтворення родючості ґрунту та захист його від ерозії. Проводять оцінювання сівозмін: кормове, енергетичне, екологічне та економічне значення [19].

Слід також враховувати господарське значення культур. Зокрема, продуктивність сівозміни, де значні площі зайняті зерновими культурами, оцінюють не тільки в кормових одиницях, а й за виходом зерна ярих і зернобобових культур на одиницю площі. Продуктивність сівозмін, в яких оцінюють переважно за вартістю продукції з одиниці площі в існуючих на рослинницьку продукцію загальних закупівельних цінах. Вартість продукції культур, на які ціни не встановлено, визначають шляхом розрахунку за вмістом кормових одиниць і прирівнюючи їх до ціни вівса.

3. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ НА ОСНОВІ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗА КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ

Суттєвий вплив на ріст та розвиток пшениці озимої має такий некерований фактор, як характер весни, від якої залежать подальші технологічні операції та майбутній урожай [20]. Весна в роки досліджень була ранньою та прохолодною, з відносно високим надходженням атмосферних опадів, що в свою чергу сприяло відновленню вегетації пшениці озимої та весняного періоду кушення.

В результаті низької фітоценотичної активності культурних рослин перед бур'янами, існує загроза зниження урожайності пшениці озимої на 20-80 %. Тому, в умовах зміни клімату, поруч із необхідністю збереження достатньої зволоженості ґрунту за різних системах обробітку виникає питання контролю рівня забур'яненості [21].

За вирощування пшениці озимої після ранньостиглого попередника ріпаку ярого і пізньостиглого – сої на фоні різних систем обробітку ґрунту спостерігали різну інтенсивність забур'янення. Здебільшого, серед проростаючих бур'янів зустрічалися зимуючі форми. Найбільш схильною до забур'янення була система No-till, за якої кількість бур'янів налічувала 324-430 шт./м². Переважна частина бур'янів після ріпаку ярого належала до зимуючих форм родини тонконогових. Системи мінімального і класичного обробітку ґрунту після ріпаку ярого були забур'янені в меншій мірі. За мінімального обробітку кількість проростків бур'янів коливалася від 27 до 54 шт./м², а за класичної оранки їхня кількість становила 15-47 шт./м². Попередники пшениці озимої відіграють одну з найважливіших умов для забезпечення біологічних вимог культури пшениці озимої для формування оптимальних сталих врожаїв і, особливо, якісних показників зерна.

На період відновлення вегетації пшениці озимої за No-till технології встановлено кількість фізіологічно повноцінного насіння бур'янів, що лишили після себе попередники культури в 0-10 см шарі ґрунту. У сівозміні з попередником соєю засміченість насінням бур'янів становила 21540–28550 шт./м², а в сівозміні з попередником ріпаком ярим 15870–26550 шт./м², залежно від варіанту удобрення. На варіантах без внесення мінерального удобрення відмічалось збільшення кількості фізіологічно повноцінного насіння бур'янів порівняно з іншими варіантами, що безумовно пов'язано з формуванням слабших, не вирівняних посівів з меншою вегетативною масою рослин. У перерахунку на 1 гектар сівозмінної площі їх кількість сягала 265,5 млн. шт./га за попередника ріпаку ярого та 295,5 млн. шт./га за попередника сої.

На варіантах з оранкою на глибину 25-27 см відбувався перерозподіл насіння в прошарках ґрунту, що призводило до зниження вмісту фізіологічно повноцінного насіння у верхньому 0-10 см шарі порівняно з No-till технологією на 75-85 % та переміщенням основної частини насіння в більш глибокі прошарки. Таким чином, засміченість верхнього 0-10 см шару ґрунту чорнозему типового за No-till технології коливалася в межах 158,7-285,5 млн. шт./га, а за оранки – 46,9-52,8 млн. шт./га.

У посівах пшениці озимої за No-till технології тривалого використання встановлено зміну різновиду сегетальної рослинності порівняно з традиційним обробітком ґрунту з використанням роздільного механічного обробітку, де у якості основного обробітку використовується оранка.

Серед однодольних культур поширення набували: мітлиця тонка (*Agrostis capilaris*) та метлюг звичайний (*Apera spica venti* L). Серед дводольних культур основну частину сегетальної рослинності за технології no-till займали: злинка канадська (*Erigeron Canadensis* L), сокирки польові (*Condolida arvensis* L), морква дика (*Daucus carota* L), підмаренник чіпкий (*Galium aparine* L).

Активна поява бур'янів в посівах пшениці озимої відмічалася в третій декаді квітня, коли формувалися сприятливі для них умови. Як зазначалося раніше, на кількість сегетальної рослинності в посівах пшениці озимої за no-till

технології мали вплив різні дози добрив, що передбачені схемою досліджень. Найбільшого забур'янення зазнавали контрольні ділянки (без добрив), через низьку фітоценотичну активність.

На основі проведення обліків бур'янової рослинності у фазі активного кущення пшениці озимої було проведено гербіцидну обробку посівів баковою сумішшю гербіцидів.

На удобрюваних варіантах, де найактивніше відбувався розвиток пшениці озимої, кількість і вага бур'янового компонента була меншою порівняно з контрольними варіантами та відповідно знижувалася до 134 г/м² за попередника сої та 64,2 г/м² за попередника ріпаку ярого. У порівнянні з роздільним механічним обробітком ґрунту, де у якості основного обробітку застосовувалася оранка на глибину 25-27 см, показники кількості проростків та їх маси були на 83-89 % нижчими порівняно з No-till технологією.

Але, враховуючи перевищення економічного порогу шкодочинності бур'янів в посівах пшениці озимої, у фазу весняного кущення, необхідність гербіцидної обробки потребували посіви як за No-till технології, так і за традиційної оранки. Гербіцидна обробка обумовлювала знищення сегетальної рослинності в посівах пшениці озимої та забезпечувала чистоту площ на час активного розвитку рослин. На ділянках без застосування гербіцидів із збільшенням маси бур'янів відмічалось посилення пригнічення рослин зернової культури, що у подальшому відображалось на продуктивності посівів.

Попередники пшениці озимої відіграють одну з найважливіших умов для забезпечення біологічних вимог культури для формування оптимальних сталих врожаїв і, особливо, якісних [22].

Висота рослин залежала від фону удобрення і системи обробітку ґрунту. Найнижчі рослини сформовані за технології No-till 62,9-69,7 см. Оранка сприяла формуванню рослин на рівні 67,8-75,4 см.

Погодні умови та технології вирощування мали суттєве значення для розвитку посівів пшениці озимої в роки досліджень, що в комплексі з системою удобрення та обробітку ґрунту впливало на висоту стеблостою. Найнижчий

стеблостій формувався на контрольних ділянках на природному фоні, що за No-till технології мав висоту 62,9 см, за традиційної оранки – 67,8 см. Внесення мінеральних добрив в дозі $N_{120}P_{60-90}K_{90}$ позитивно впливало на підвищення висоти стеблостою на 6,8 см за No-till технології та на 7,6 см за традиційної оранки.

Важливим критерієм оцінки злакових культур є їх зернова продуктивність, до якої входять такі елементи: кількість продуктивних стебел на одиниці площі, кількість зерен і колосків у колосі, маса зерна колоса та маса 1000 зерен. Особливо результативним є аналіз структури врожаю з вивченням фізіологічних параметрів рослин, оскільки ступінь реалізації елементів структури врожаю на 90-95 % залежить від фотосинтетичної діяльності рослин в агрофітоценозі. Формування елементів структури врожаю пшениці починається з ранніх етапів органогенезу. Вивчення структури врожаю дозволяє повніше виявити потенційні можливості окремих елементів технології на культуру, а також більш точно простежити за механізмом формування врожаю у різних умовах вирощування (рис. 1).

Більш високий урожай зерна спостерігали за внесення добрив за рахунок різної довжини колосу, кількості зерен у ньому та маси зерна з колосу головного стебла. Мінімально зазначені показники визначені на варіанті досліду без добрив: довжина колосу пшениці озимої у середньому становила 3,9-4,4 см, кількість зерен у колосі – 14-16 шт., маса зерна з снопа – 0,34-0,54 г. Внесення мінеральних добрив сприяло збільшенню довжини колосу, порівняно з контролем, до 57 %. Ще більшим даний показник виявився за внесення $N_{120}P_{90}K_{90}$ за всіх способів обробітку ґрунту. Максимальну довжину колосу сформували рослини пшениці озимої у схемі з проведенням оранки за внесення $N_{120}P_{90}K_{90}$ – 7,0 см. Кількість зерен у колосі під дією добрив і біопрепаратів збільшилась до 52 %.

Безумовно густота та висота стеблостою пшениці впливала і на прояв активності сегетальної рослинності, що призвело до додаткового навантаження на фінансову частину технології вирощування.

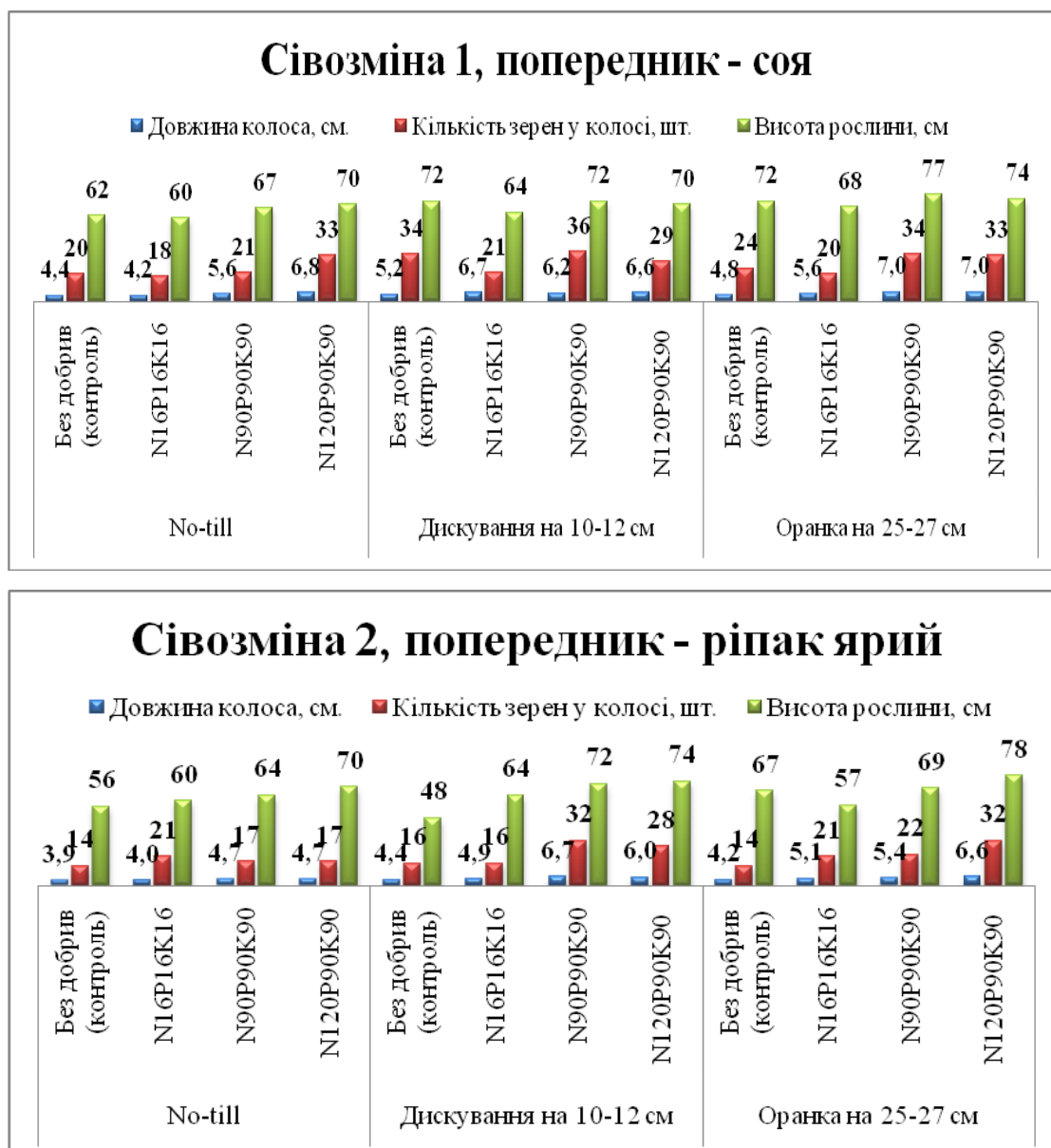


Рис.1. Структура врожаю зерна пшениці озимої у короткоротаційних сівозмінах залежно від попередників, системи обробітку ґрунту та удобрення, 2021-2023 р.

На накопичення запасів води в ґрунті навесні істотно впливали гідротермічні умови, кількість та розподіл опадів впродовж досліджуваного періоду, спосіб основного обробітку ґрунту та культура попередник. Найбільша кількість води в 0-20 см шарі встановлена за технології No-till – 45,1 мм, а накопичення запасів за оцінювання в 0-100 см шарі – 202,2 мм. Вміст води в 0-20 см шарі за оранки яку проводили на глибину 25-27 см була на рівні 37,5 мм.

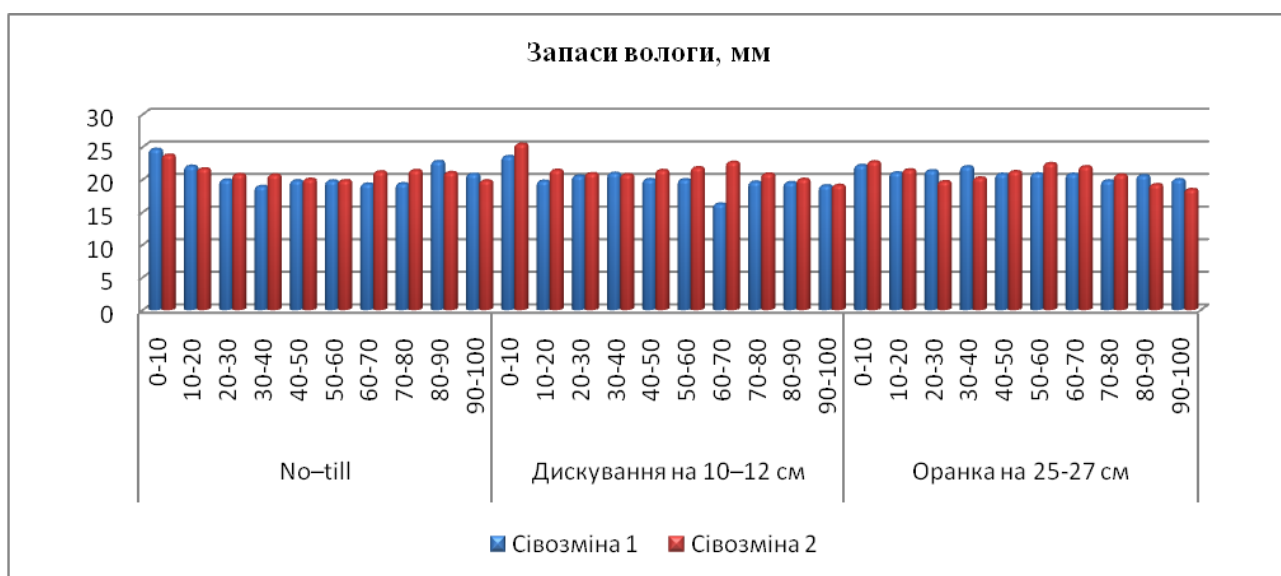


Рис.2. Накопичення запасів води в ґрунті під посівами пшениці озимої у короткоротаційних сівозмінах залежно від попередників, системи обробітку ґрунту 2021 - 2023р., мм.

Попередники пшениці озимої відіграють одну з найважливіших умов для забезпечення біологічних вимог культури пшениці озимої для формування оптимальних сталих врожаїв і, особливо, якісних показників зерна. Умови вологозабезпечення та температурний режим в поєднанні із різним рівнем поживного режиму та способів обробітку ґрунту обумовлювали суттєвий вплив на формування врожайності та якісних показниках отриманого зерна. Результати досліджень проведені протягом 2021-2023 рр. показали, що найнижчий її рівень формувався на природному фоні, де у якості удобрення була лише побічна продукція попередника (табл. 2). Так на ділянках без внесення мінеральних добрив за попередника сої та ріпаку ярого відповідні показники становили 2,81-2,86 т/га за No-till технології, 2,94-3,10 т/га за

мінімального обробітку та 3,20-3,22 т/га за оранки. Зростання урожайності за обох попередників відбувалось на фоні використання мінеральних добрив. За внесення мінімальної дози мінеральних добрив була відмічена надбавка урожайності відносно неудобрених ділянок, що за No-till технології отримано додатково 0,85-1,18 т/га, за дискування 3,82-4,16 т/га та 5,37-5,03 т/га за оранки. В 2023 році за внесення мінімальної дози мінеральних добрив з розрахунку $N_{16}P_{16}K_{16}$ урожайність зерна зростала на 2,9-3,4 т/га.

Таблиця 2. Урожайність зерна пшениці озимої у короткоротаційних сівозмінах залежно від попередників, системи обробітку ґрунту та удобрення, 2021-2023 рр.

Модель технології (доза добрив)	No-till		Дискування на 10-12 см		Оранка на 25- 27 см		+/- т/га відносно системи: No-till	
	т/га	+/- т/га до контролю	т/га	+/- т/га до контролю	т/га	+/- т/га до контролю	Дискування	Оранка
<i>Сівозміна №1 попередник – соя</i>								
Без добрив	2,81	0,0	3,10	0,0	3,20	0,0	+0,29	+0,39
$N_{16}P_{16}K_{16}$	3,99	+1,18	4,16	+1,06	4,48	+1,28	+0,17	+0,49
$N_{90}P_{90}K_{90}$	4,75	+1,94	5,26	+2,16	5,37	+2,17	+0,51	+0,62
$N_{120}P_{90}K_{90}$	5,25	+2,44	5,75	+2,65	5,69	+2,49	+0,50	+0,44
<i>Сівозміна №2 попередник – ріпак ярий</i>								
Без добрив	2,86	0,0	2,94	0,0	3,22	0,0	+0,08	+0,36
$N_{16}P_{16}K_{16}$	3,71	+0,85	3,82	+0,88	4,54	+1,32	+0,11	+0,83
$N_{90}P_{90}K_{90}$	4,51	+1,65	4,73	+1,79	5,03	+1,81	+0,22	+0,52
$N_{120}P_{60}K_{90}$	4,88	+2,02	5,18	+2,24	5,71	+2,49	+0,30	+0,83
НІР ₀₅ середнє – 0,42; НІР ₀₅ для обробітку і сівозміни – 0,16; НІР ₀₅ для удобрення – 0,17								

Приріст урожайності зерна пшениці озимої за внесення розрахункової дози добрив проти контрольних ділянок за No-till технології становив 2,02- 2,44 т/га, за мінімального обробітку 2,24-2,65 т/га та за традиційної оранки 5,69-5,71 т/га. В середньому за 2021-2023 рр. застосування основного дискового обробітку на 10-12 см на фоні удобрення $N_{120}P_{60}K_{90}$ із зароблянням побічної продукції попередника – сої забезпечило найвищий рівень продуктивності пшениці озимої, що становив 5,75 т/га.

Крім загальної різниці у формуванні урожайності та продуктивності зерна пшениці озимої за різних попередників, обробітків ґрунту і удобрення

спостерігалася зміна і маси насіння (рис. 3). Здебільшого маса насіння у досліді за різних варіантів формувалася у межах і 41,6-49,7 г, що відповідало сортовим особливостям.

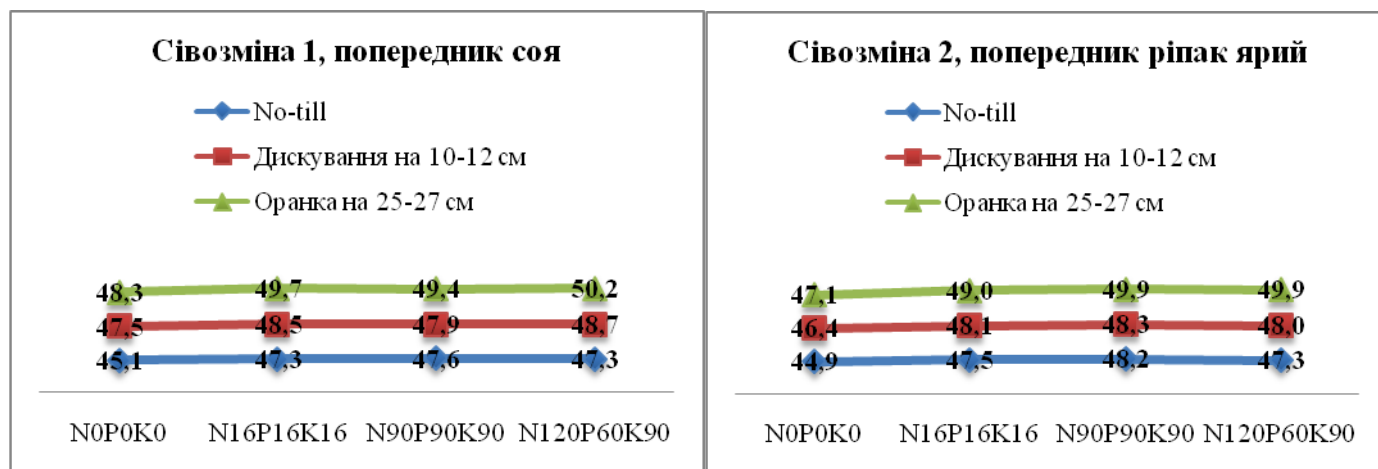


Рис.3. Маса 1000 насінин пшениці озимої у короткоротаційних сівозмінах залежно від попередника, системи обробітку ґрунту та удобрення, 2021-2023 рр., г.

Найнижча маса насіння була отримана на контрольних ділянках без внесення мінеральних добрив на фоні системи No-till на рівні 42,5 г у сівозміні після ріпаку ярого та 41,6 г після попередника сої. Підвищення маси насіння спостерігали за умов зміни системи обробітку ґрунту та удобрення. Внесення мінімальної дози мінеральних добрив $N_{16}P_{16}K_{16}$ сприяло приросту маси насіння на 1,2-2,2 г проти контрольних ділянок. Найвищу масу 1000 насінин отримали у сівозміні після попередника ріпаку ярого за традиційної оранки на фоні внесення $N_{120}P_{60}K_{90}$ – 49,7 г.

Підвищені дози мінеральних добрив сприяли не лише отриманню високих показників врожайності пшениці озимої, а й підвищенню її якості у порівнянні із спрощеною та альтернативною моделями технологій. Якість зерна пшениці поділяється за фізичними, біохімічними, фізіологічними властивостями. Оцінюють зерно за відповідними показниками в залежності від напрямку його використання.

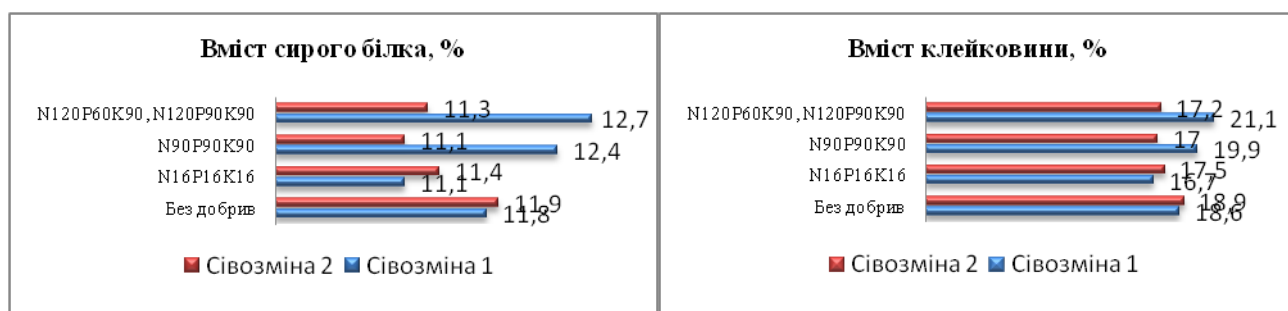
Слід підкреслити, що параметри вмісту сирого білка і клейковини в оцінці якості зерна пшениці з метою використання в хлібопекарському виробництві займають важливе місце. За вирощування пшениці озимої після

ріпаку ярого якість зерна за вмістом клейковини дещо поступається показникам, отриманим після сої. Максимальні показники вмісту сирого білка – 12,8 % і сирої клейковини в зерні – 19,5 % у звітному році отримані за вирощування пшениці озимої після попередника сої за інтенсивної технології, яка передбачала внесення $N_{120}P_{60}K_{90}$ (розрахунковий рівень удобрення на запланований рівень урожайності 8 т/га), на фоні оранки на 25-27 см і заробляння побічної продукції попередника.

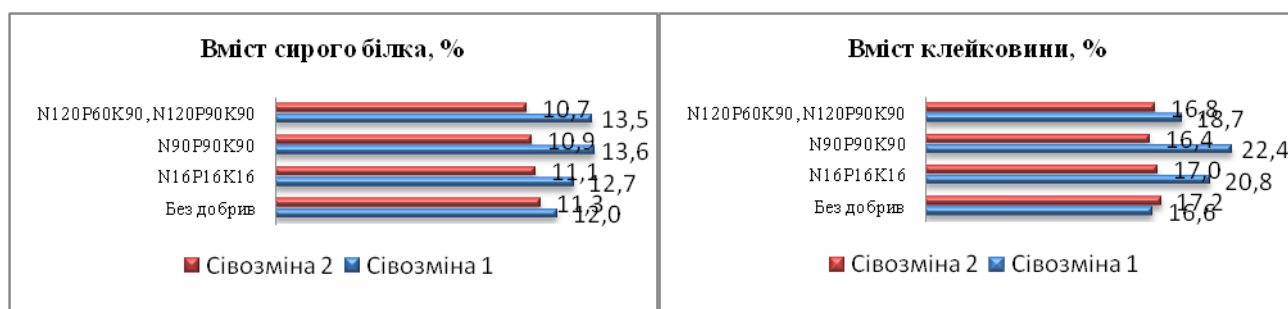
За спрощеної моделі технології (контроль – без добрив) на фоні системи обробітку ґрунту No-till при вмісту протеїну 10,1 %, отримано зерно із вмістом 69,7% крохмалю, клейковини – 13,1 % із найнижчою седиментацією на рівні 24,0 %. Найвищі показники седиментації та вмісту клейковини отримали за інтенсивних моделей технологій з підвищеними дозами добрив.

Погодні умови періоду вегетації мали ключовий вплив на формування якісних показників зерна. За спрощеної технології вирощування з природнім фоном удобрення уміст білка становив 11,8 % за No-till технології, 12,0 % за дискового обробітку та 11,6 % за традиційної оранки. Унесення мінеральних добрив сприяло накопиченню білка в зерні. На фоні $N_{90}P_{90}K_{90}$ та $N_{120}P_{60-90}K_{90}$ з підживленням посівів на важливих етапах онтогенезу, відбулось накопичення білка в межах 12,4-12,7 % за No-till технології, 13,5-13,6 % за дискового обробітку, та 14,2-15,0 % за традиційної оранки. Винятком був варіант з мінімальною дозою мінерального удобрення $N_{16}P_{16}K_{16}$, що не передбачав підживлення азотними добривами у процесі активного росту і розвитку. Уміст білка в зерні в межах досліджуваних способів обробітку ґрунту становив 11,1-11,6 % (рис. 4).

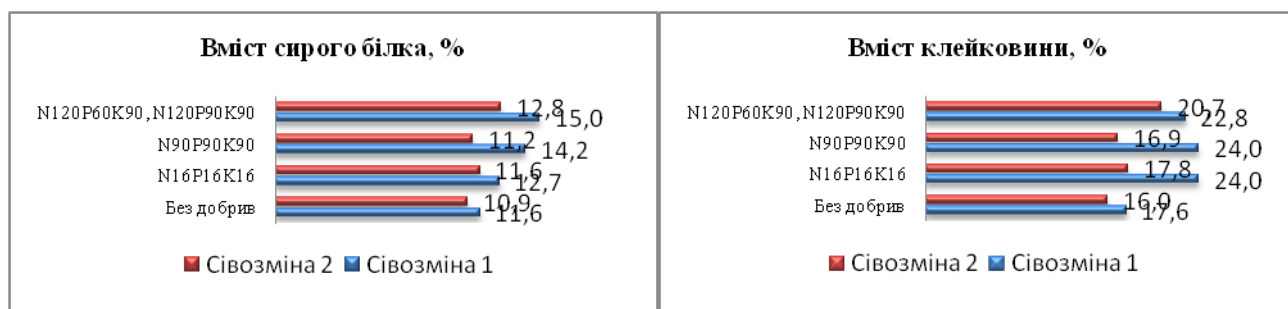
No-till



Дискування на 10-12 см



Оранка на 25-27 см



Примітка. Сівозміна 1 – попередник соя; сівозміна 2 – попередник ріпак ярий

Рис. 4. Біохімічні показники якості зерна пшениці озимої за різних моделей технологій, % на суху речовину, 2021-2023 р.

Суттєва відмінність вологозабезпечення у період вегетації, особливо на час дозрівання зерна та період обмолоту в 2022-2023 рр. значно впливала на формування умісту білка в зерні пшениці озимої. Найбільше значення показника відмічено за внесення $N_{120}P_{60}K_{90}$. Дослідженнями встановлено, що внесення повного мінерального добрива $N_{90}P_{90}K_{90}$ та $N_{120}P_{60}K_{90}$ суттєво сприяє збільшенню вмісту клейковини. При підвищенні вмісту білка відмічалася обернено-пропорційне зниження вмісту крохмалю в зерні пшениці.

Під час визначення економічної ефективності потрібно враховувати всі вартісні та кількісні показники, які надалі дозволять зробити висновки про доцільність або, навпаки, недоречність застосування кожного елементу технології вирощування культури. Зі зростанням цін на мінеральні добрива, засоби захисту рослин в умовах воєнного стану витрати на виробництво одиниці додаткової продукції в 2023 році економічно невиправдані, а їхнє застосування призводить до збільшення витрат. Для більш об'єктивного аналізу технології вирощування зернових культур провели розрахунки за цінами 2021 року (табл. 3).

Таблиця 3. Економічна ефективність вирощування пшениці озимої за різних технологій вирощування, 2021-2023 рр.

Модель технології (доза добрив)	Виробничі витрати, грн/га		Собівартість продукції, грн/т		Умовно чистий прибуток, грн/га		Рентабельність, %	
	1*	2	1	2	1	2	1	2
No-till								
Без добрив	8067	8187	3361	3149	5133	6113	64	75
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	10067	10067	1899	2097	19083	16333	190	162
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	17629	17629	2890	2988	15921	14821	90	84
N ₁₂₀ P ₆₀₋₉₀ K ₉₀	18069	17832	2697	2923	18781	15718	104	88
Дискування на 10-12 см								
Без добрив	8910	8910	3182	2784	6490	8690	73	98
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	10800	10821	1929	1898	20000	20529	185	190
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	18386	18386	2704	3014	19014	15164	103	82
N ₁₂₀ P ₆₀₋₉₀ K ₉₀	18249	18049	2607	2616	20251	19901	111	110
Оранка на 25-27 см								
Без добрив	9125	9125	3042	2765	7375	9025	81	99
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	11001	11027	1865	1646	21449	25823	195	234
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	18595	18595	2735	2547	18805	21555	101	116
N ₁₂₀ P ₆₀₋₉₀ K ₉₀	18864	18624	2657	2517	20186	22076	107	119

Примітка. 1 – Попередник соя; 2 – попередник ріпак ярий

За результатами порівняльної економічної ефективності технологій встановлено раціональне вирощування пшениці озимої у короткоротаційних сівозмінах за ресурсощадної технології, яка передбачала внесення N₁₆P₁₆K₁₆. Найнижча собівартість вирощеної продукції 1,86 тис. грн/га була отримана в сівозміні з попередником соя за спрощеної системи удобрення (побічна продукція попередника) на фоні традиційної оранки. Застосування добрив, як одного з елементів технології спричинили зростання собівартості продукції. За

no-till технології кращі результати економічної ефективності отримали на фоні внесення $N_{16}P_{16}K_{16}$ з продуктивністю 5,3 т/га. При здорожчанні енергоресурсів собівартість вирощеного урожаю підвищувалася на 1,89 тис. грн/га. За основного обробітку дискування кращі економічні показники з умовно чистим прибутком 20,05 тис. грн/га та собівартістю продукції 1,89 тис. грн/т отримано за технології з внесенням $N_{16}P_{16}K_{16}$.

Енергетична оцінка вирощування пшениці озимої є стабільним показником і передбачає визначення співвідношення певної кількості енергії, яка виражена рівнем їх урожайності та сукупних витрат енергії на виробництво цього врожаю [7, 8]. Найнижчий коефіцієнт K_{ee} за інтенсивної системи удобрення на фоні традиційної оранки – 2,54-2,59 (табл. 4).

Таблиця 4. Енергетична ефективність вирощування пшениці озимої, 2021-2023 рр.

№ з/п	Найменування	No-till				Дискування				Оранка			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Сівозміна 1													
1	Витрати енергії, ГДж/га	13,69	16,05	24,68	27,29	14,33	16,69	23,34	27,96	14,97	22,15	25,99	28,61
2	Енергоємність урожаю ГДж/га	61,79	74,41	80,72	79,58	67,91	71,35	88,57	98,52	70,39	79,58	92,39	91,25
3	K _{ee}	4,51	4,64	3,27	2,92	4,74	4,27	3,49	2,52	4,70	3,59	3,55	3,19
Сівозміна 2													
4	Витрати енергії, ГДж/га	13,59	15,95	24,58	27,19	14,33	16,69	25,35	27,96	14,97	17,35	25,99	28,61
5	Енергоємність урожаю ГДж/га	57,96	62,74	70,39	69,05	61,79	65,99	78,81	81,11	62,74	66,57	67,33	85,32
6	K _{ee}	4,26	3,93	2,86	2,54	4,31	3,95	3,11	2,90	4,19	3,89	2,59	2,98

Примітка. Варіант удобрення: 1 Без добрив; 2. $N_{16}P_{16}K_{16}$; 3 $N_{90}P_{90}K_{90}$; 4 $N_{120}P_{60}K_{90}$.

Застосування добрив, як одного з елементів технології спричинили зростання енерговитрат. За No-till технології кращі результати ефективності отримали на фоні внесення $N_{90}P_{90}K_{90}$, енергоємність урожаю становила 80,72 ГДж/га, K_{ee} – 3,27. Найвища енергоємність урожаю відмічена за інтенсивної системи удобрення і становила за No-till – 69,05-79,58 ГДж/га, за дискування 81,11-98,52 ГДж/га та оранки 85,32-91,25 ГДж/га. За результатами порівняльної енергетичної ефективності технологій встановлено раціональне вирощування

озимої пшениці у короткоротаційних сівозмінах за ресурсоощадної технології, яка передбачала внесення $N_{16}P_{16}K_{16}$.

Ресурсоощадна технологія вирощування пшениці озимої. *Передбачає* вирощування пшениці озимої після попередника ріпаку ярого, проведення оранки на 25-27 см, заробляння побічної продукції попередника, внесення мінеральних добрив $N_{16}P_{16}K_{16}$, дворазове позакореневе підживлення препаратами макро- та мікроелементів з внесенням у період кушіння-трубкування та колосіння-цвітіння, інтегрований захист посівів на основі моніторингу фітосанітарного стану та економічних порогів шкодочинності. *Забезпечує* отримання 5,7 т/га зерна, прибуток 25,8 тис. грн/га із собівартістю продукції 1,64 тис. грн/т, рентабельність 234 %, $K_{ee} = 3,89$.

Для отримання максимального рівня продуктивності і найвищої якості зерна пшениці озимої в зоні Лівобережного Лісостепу на чорноземі типовому малогумусному неглибокому рекомендовано застосувати **інтенсивну технологію вирощування**. Вона передбачає внесення добрив на запланований урожай $N_{120}P_{60-90}K_{90}$, проведення оранки на 25-27 см, інтегровану систему захисту посівів. Економічна ефективність такої технології є нижчою, ніж у ресурсоощадних технологій вирощування зернових культур.

4. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО В КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ НА ОСНОВІ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗА КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ

Ячмінь ярий в сівозмінах на дослідних ділянках вирощували після соняшнику та кукурудзи на зерно. Найбільш схильною до забур'янення була система No-till, за якої кількість проростків бур'янів у весняний період становила від 20 шт./м² на контрольних ділянках (без добрив) до 320 шт./м² на фоні внесення мінеральних добрив. Переважна частина бур'янів після соняшнику належала до зимуючих форм. Системи мінімального і класичного обробітку ґрунту після соняшнику відрізнялись меншою забур'яненістю. За мінімального обробітку кількість проростків бур'янів коливалася від 25 до 41 шт./м², а за класичної оранки знаходилась в діапазоні 15-50 шт./м². Більш чисту площу від бур'янів залишав після себе пізно достигаючий попередник кукурудза. За системи No-till рівень забур'яненості коливався в межах 250–360 шт./м² з переважанням дводольних бур'янів. За мінімального обробітку і класичної оранки посіви були чистими. Високий рівень забур'яненості площі обумовлений в основному ранніми строками звільнення поля від культури.

В останні роки спостерігаються кліматичні зміни, що зумовлює необхідність змінити підхід до загальноприйнятих технологій вирощування ярих зернових культур. Важливим аспектом цього питання є отримання стабільної врожайності незалежно від погодних умов вегетаційного періоду. Науково-обґрунтована система удобрення дозволяє знизити вплив негативних чинників на рослини, забезпечуючи отримання високої продуктивності. На сучасному етапі розвитку аграрне виробництво орієнтовано на інтенсифікацію технологій. Застосування прийомів сучасного землеробства має бути спрямоване на досягнення максимальної віддачі від внесення добрив. Науково-обґрунтована система застосування добрив забезпечує підвищення врожайності та управління якістю зерна ячменю ярого. Дослідженнями встановлено, що

особливості росту, розвитку та формування продуктивності ячменю залежали від систем обробітку ґрунту та удобрення (рис. 5).

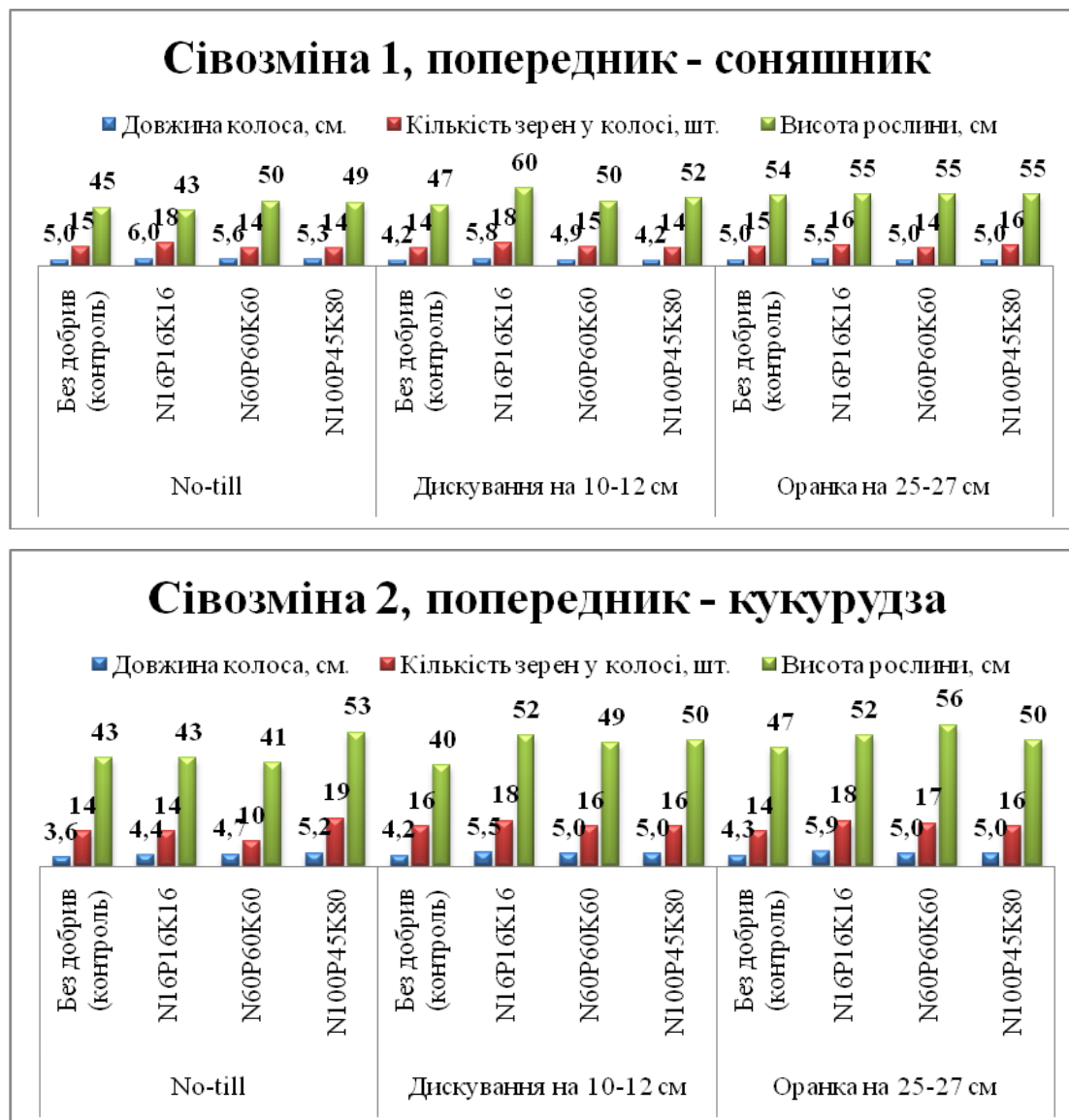


Рис. 5. Структура врожаю зерна ячменю ярого у короткоротаційних сівозмінах залежно від попередників, системи обробітку ґрунту та удобрення, 2021-2023 рр.

Кожна складова цілісного комплексу погодних умов відображається на показниках росту й розвитку ячменю ярого. На основі вище викладеного можна зробити висновок, що погодні умови, які склалися за період вегетації 2020-2023 років, відповідним чином вплинули на продуктивність ячменю ярого. Ячмінь ярий відрізняється високою пристосовуваністю до різних природних чинників. За рахунок короткого періоду вегетації ячмінь продуктивніше використовує і економно витрачає зимово-весняні запаси вологи, а також встигає налити зерно в першій половині літа до настання сухої та спекотної погоди. При цьому погодні умови впливають на особливості проходження основних фаз органогенезу ячменю ярого, формування вегетативних та закладку генеративних органів. Одним із головних серед комплексу елементів продуктивності ячменю ярого є розмір колосу, який залежить не лише від сортових особливостей, а й від гідротермічними умовами періоду вегетації та рівня живлення. Використання мінеральних добрив під час вирощування ячменю ярого після різних попередників позитивно впливало на формування головного колоса.

У середньому за 2021–2023 рр. під час вирощування ячменю ярого внесення добрив після попередника соняшника сприяло збільшенню довжини головного колоса на 0,5-1,6 см та кукурудзи на зерно – 1,6-2,2 см порівняно з контрольним варіантам. Довший колос ячменю ярого був у варіанті внесення альтернативної дози $N_{16}P_{16}K_{16}$ після попередника соняшнику – 5,8 см. Установлено, що на фоні без добрив довжина головного колоса ячменю ярого в середньому становила 4,2-5,0 см, а внесення мінеральних добрив сприяло формуванню довшого колоса 4,9- 5,0 см та 4,3-5,0 см відповідно обробіткам ґрунту.

Відомо, що продуктивність посівів визначається не тільки кількісним та якісним складом продуктивного стеблостою на одиниці площі, а й кількістю зерен у колосі. В короткоротаційній сівозміні залежно від попередника, системи обробітку ґрунту та удобрення озерненість колоса ячменю ярого знаходилась в межах від 14,0 до 18,0 шт. залежно від досліджуваних факторів.

Без внесення добрив кількість зерен із колоса була 14-15 шт., на фоні $N_{16}P_{16}K_{16}$ їх кількість становила 14-18 шт., $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{100}P_{45}K_{80}$ – 16-19 шт., що більше на 1,1-1,7 шт. (5,3–8,2%). Установлено, що за різних фонів мінерального живлення мінімальне значення кількості зерен із головного колоса знаходилось на рівні 14 шт., максимальне – 19 шт.

Маса 1000 насінин характеризує виповненість насіння і відображає його крупність. Вона формується на останніх етапах росту і розвитку рослин у період наливу і досягання зерна та значно залежить від метеорологічних умов вирощування. На масу 1000 насінин ячменю ярого значно впливало внесення мінеральних добрив та обробіток ґрунту. Маса 1000 насінин ячменю ярого в досліді знаходилась в межах 45,1-50,2 г. Коливання маси насіння відбувалося не лише за різних доз добрив так і зміни системи обробітку ґрунту, але і за різних попередників. Найнижчу масу 1000 насінин отримували на контрольних ділянках, що становило за системи обробітку No-till 44,9-45,1 г, мінімального обробітку – 46,4-47,5 г, і 47,1-48,3 г за класичної оранки (рис. 6).

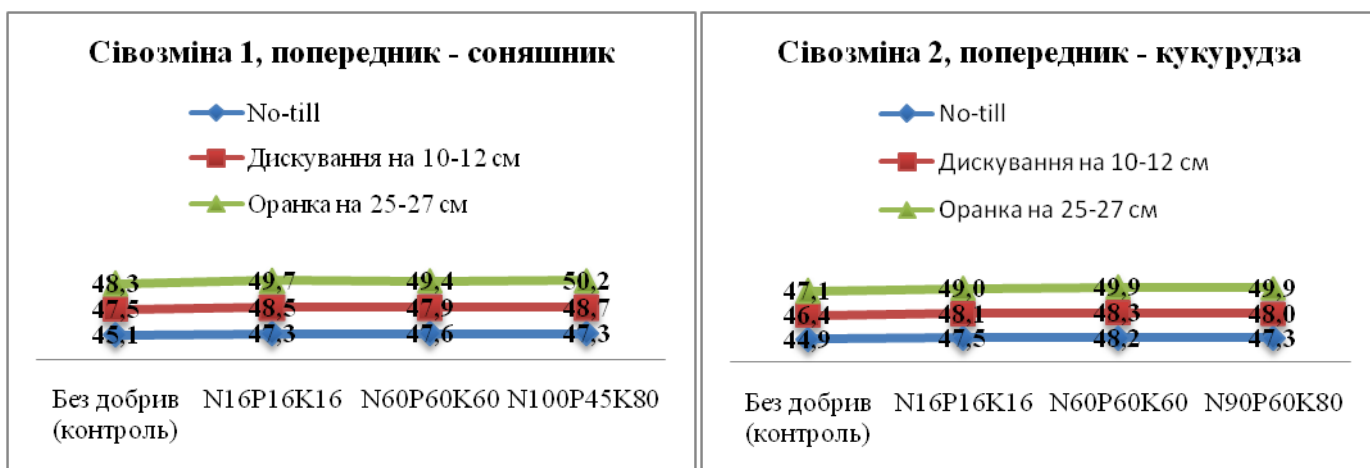


Рис.6. Маса 1000 насінин ячменю ярого у короткоротаційних сівозмінах залежно від попередника, системи обробітку ґрунту та удобрення, 2021-2023 рр., г.

Найвища маса насіння формувалася на фоні внесення повного мінерального удобрення за мінімального і класичного обробітків сприяло отриманню насіння з масою 1000 шт. до 50,2 г.

Урожайність є головним показником, який дає змогу виявити кількісну дію факторів впливу навколишнього середовища. Серед агротехнічних заходів вирощування сільськогосподарських культур у формуванні високих врожаїв важлива роль належить добривам. У середньому за 2021-2023 рр. формування врожаю ячменю ярого залежало від нерегульованих факторів, а саме погодних умов (табл. 5).

Таблиця 5. Урожайність зерна ячменю ярого у короткоротаційних сівозмінках залежно від попередників, системи обробітку ґрунту та удобрення, т/га, 2021-2023 рр.

Варіант удобрення	No-till		Дискування на 10-12 см		Оранка на 25-27 см		+/- т/га відносно системи: No- till	
	т/га	+/- т/га до контролю	т/га	+/- т/га до контролю	т/га	+/- т/га до контролю	Дискування	Оранка
<i>Сівозміна №1 попередник – соняшник</i>								
Без добрив	2,02	0,0	2,15	0,0	2,28	0,0	+0,13	+0,26
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	2,40	+0,38	2,54	+0,39	2,89	+0,61	+0,14	+0,49
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	2,76	+0,74	3,06	+0,91	3,37	+1,09	+0,3	+0,61
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	3,24	+1,22	3,48	+1,33	3,89	+1,61	+0,24	+0,65
<i>Сівозміна №2 попередник – кукурудза</i>								
Без добрив	2,21	0,0	2,21	0,0	2,46	0,0	0,0	+0,25
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	2,49	+0,28	2,67	+0,46	2,95	+0,49	+0,18	+0,46
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	2,89	+0,68	3,12	+0,91	3,54	+1,08	+0,23	+0,65
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀	3,09	+0,88	3,39	+1,18	3,66	+1,2	+0,3	+0,57
НІР ₀₅ середнє – 0,42; НІР ₀₅ для обробітку і сівозміни – 0,16; НІР ₀₅ для удобрення – 0,17								

Серед агротехнічних заходів вирощування значний вплив на основний приріст врожаю створювали дози добрив. Приріст врожайності від внесення добрив у порівнянні із спрощеною системою удобрення становив 0,38-0,28 т/га за внесення N₁₆P₁₆K₁₆, 0,74-3,54 т/га за N₆₀P₆₀K₆₀ та 0,88-1,61 т/га за розрахункової дози добрив на запланований врожай. Найвищу врожайність зерна ячменю ярого 3,89 т/га, отримали за інтенсивної моделі технології, яка передбачала внесення N₁₀₀P₄₅K₈₀ на фоні оранки на глибину 25-27 см. Фактор впливу на формування продуктивності ячменю ярого від обробітку ґрунту був вираженим за оранки у порівнянні з системою No-till. Приріст врожайності

становив 0,25-0,26 т/га зерна. Мінімальний обробіток ґрунту з дискуванням на 10-12 см сприяв приросту врожайності відносно системи No-till на 0,18 т/га, що в першу чергу пов'язано із вологозабезпеченням рослин за проведення дискування під ярі культури.

За спрощеної системи удобрення (побічна продукція попередника – соняшника) сформована найнижча урожайність 2,02-2,28 т/га за всіх систем обробітку ґрунту. Впровадження інтенсивних моделей технологій ячменю ярого в короткоротаційних сівозмінах сприяло отриманню урожаю на рівні 3,09-3,89 т/га та отриманню якіснішого зерна. Приріст врожайності від внесення добрив у порівнянні зі спрощеною системою удобрення становив 0,38-0,61 т/га за системи удобрення $N_{16}P_{16}K_{16}$, 0,68-1,09 т/га за інтенсивної ($N_{60}P_{60}K_{60}$) та 0,88-1,33 т/га за розрахункової дози добрив на запланований врожай.

Біохімічний аналіз зерна ячменю ярого засвідчив, що зі збільшенням дози азотних добрив спостерігалась тенденція збільшення вмісту білка. Відомо, що екстрактивність прямо залежить від вмісту в ньому крохмалю і обернено – від вмісту білка. Аналогічну закономірність відмічено і за результатами проведених досліджень. Внесення розрахункових доз мінеральних добрив у звітному році забезпечувало отримання зерна із вмістом протеїну 11,4-12,7 %.

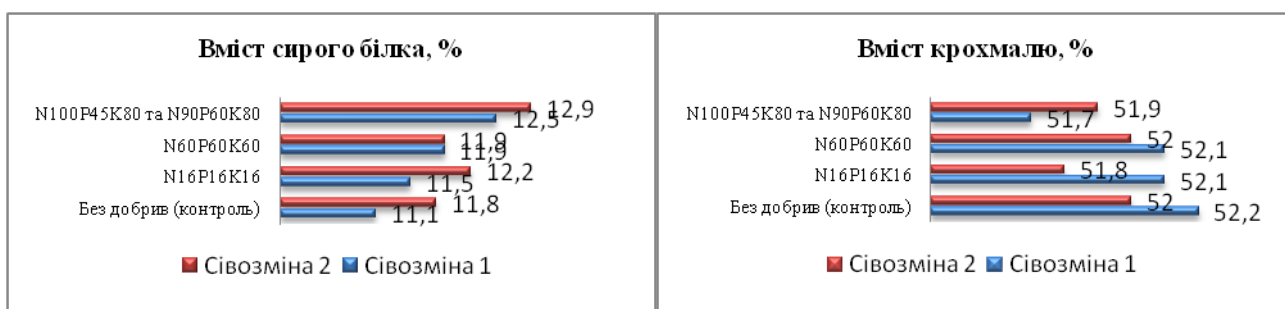
Встановлено, що на вміст протеїну впливали як заходи основного обробітку, так і погодні умови вегетаційного періоду.

Показники якості зерна ячменю ярого досить мінливі і залежать від багатьох факторів: погодних умов, сорту, агротехніки вирощування. Значний вплив на якість зерна ячменю ярого справляли добрива. Добрива поліпшували живлення рослин і збільшували вміст білка в зерні. Дослідження проведені упродовж 2021-2023 рр. показують, що зі збільшенням дози азотних добрив спостерігалась тенденція збільшення вмісту білку в зерні.

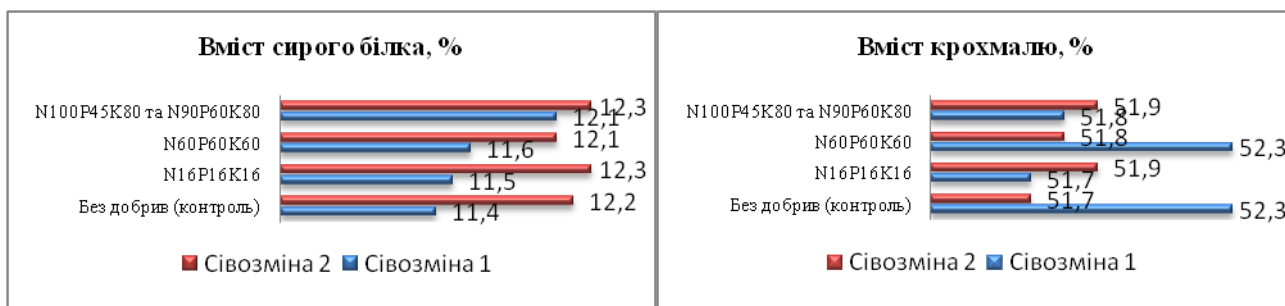
Так, внесення розрахункових доз мінеральних добрив та системи обробітку ґрунту забезпечувало отримання зерна з умістом протеїну 12,1-14,1% (рис. 7). Важливо також відмітити, що на якість зерна ячменю ярого значно

впливали погодні умови року. Під їх впливом вміст білка в зерні та інші показники якості значно коливалися за роками. При цьому показники якості зерна ячменю ярого в більшій мірі залежали від погодних умов, ніж від агротехнічних заходів – строків сівби, норм висіву, добрив, сорту. Разом із тим, агротехнічні заходи дають можливість суттєво впливати на формування показників якості зерна та щорічно отримувати зерно з високими кормовими і продовольчими якість.

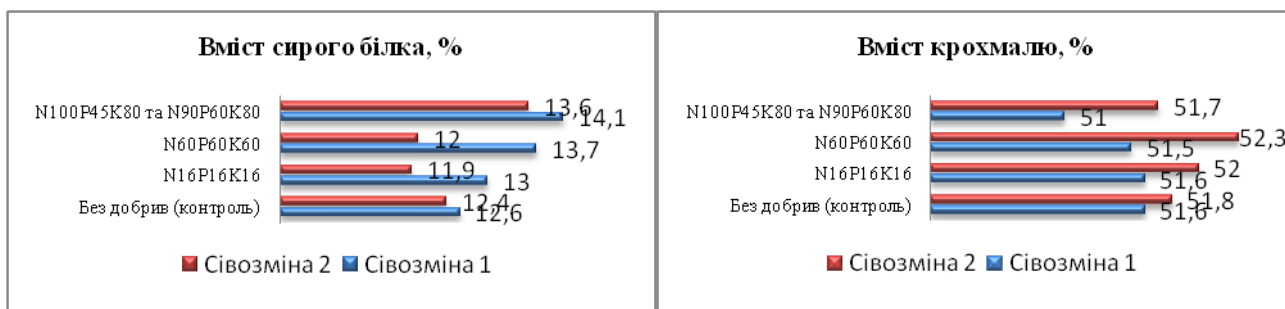
No-till



Дискування на 10-12 см



Оранка на 25-27 см



Примітка. Сівозміна 1 – попередник соняшник; Сівозміна 2 – попередник кукурудза на зерно.

Рис.7. Біохімічні показники якості зерна ячменю ярого за різних моделей технологій, % на суху речовину, 2021-2023 р.

Аналіз економічних показників дозволяє стверджувати, що з економічної точки зору кращим попередником є кукурудза. Здорожчання мінеральних добрив спричинило зниження прибутковості технологій з інтенсивним рівнем удобрення культур. Основна частина витрат на формування урожайності залежала від цін на добрива, засоби захисту та паливно-мастильні матеріали. Тому найкращі економічні показники отримано за класичного обробітку ґрунту – оранки на 25-27 см та ресурсощадної технології, яка передбачала внесення $N_{16}P_{16}K_{16}$. Умовно чистий прибуток становив 9659-10499 грн/га із собівартістю продукції 12,76-2,88 тис. грн/т, рентабельність 108-117% (табл. 6).

Таблиця 6. Економічна ефективність вирощування ячменю ярого, 2021-2023 р.

Варіант удобрення	Виробничі витрати, грн/га		Собівартість продукції, грн/т		Умовно чистий прибуток, грн/га		Рентабельність, %	
	1*	2	1	2	1	2	1	2
No-till								
Без добрив	5994	5994	3445	3276	4446	4986	74	83
$N_{16}P_{16}K_{16}$	7905	7905	3764	3545	4695	5475	59	69
$N_{60}P_{60}K_{60}$	12451	12451	5321	5167	1589	2009	13	16
$N_{90}P_{60}K_{80}$	12957	13816	5267	5314	1803	1784	14	13
Дискування на 10-12 см								
Без добрив	6839	6839	3420	3420	5161	5161	75	75
$N_{16}P_{16}K_{16}$	8743	8743	3736	3643	5297	5657	61	65
$N_{60}P_{60}K_{60}$	13316	13316	5391	5063	1504	2464	11	19
$N_{90}P_{60}K_{80}$	13541	14678	5208	5242	2059	2122	15	14
Оранка на 25-27 см								
Без добрив	7049	7049	3524	3219	4951	6091	70	86
$N_{16}P_{16}K_{16}$	8941	8941	2884	2760	9659	10499	108	117
$N_{60}P_{60}K_{60}$	13526	13526	4335	3898	5194	7294	38	54
$N_{90}P_{60}K_{80}$	13867	14893	4202	4231	5933	6227	43	42

Примітка. 1 – попередник сояшник; 2 – попередник кукурудза

За результатами аналізу енергетичної ефективності досліджуваних варіантів встановлено, що основна частина затрат на вирощування була покладена на мінеральні добрива, засоби захисту та паливно-мастильні матеріали.

Енергетична ефективність вирощування ячменю ярого залежно від основного обробітку ґрунту та удобрення становила 12,0-24,1 ГДж за оранки на 25-27 см, за дискування цей показник знижувався до 20,6 ГДж, а за

застосування системи No-till енерговитрати скоротилися на 0,87-1,02 ГДж порівняно з оранкою. На енерговитрати істотно впливало внесення мінеральних добрив. Тому, найкращі економічні і енергетичні показники отримано за класичного обробітку ґрунту – оранки на 25-27 см та системи удобрення $N_{16}P_{16}K_{16}$.

Ресурсоощадна технологія вирощування ячменю ярого.

Передбачає вирощування ячменю ярого після попередника кукурудза на зерно, проведення оранки на 25-27 см, заробляння побічної продукції попередника, внесення мінеральних добрив $N_{16}P_{16}K_{16}$, позакореневе підживлення препаратами макро- та мікроелементів у період кущіння-трубкування, інтегрований захист посівів на основі моніторингу фітосанітарного стану та економічних порогів шкодочинності. Забезпечує отримання 2,95 т/га зерна, прибуток 10,5 тис. грн/га із собівартістю продукції 2,76 тис. грн/т, рентабельність 117 %, K_{ee} – 3,43.

Для отримання максимального рівня продуктивності і найвищої якості ячменю ярого в зоні Лівобережного Лісостепу на чорноземі типовому малогумусному неглибокому рекомендовано застосувати **інтенсивну технологію вирощування**. Вона передбачає внесення добрив на запланований урожай $N_{90}P_{60}K_{80}$, проведення оранки на 25-27 см, інтегровану систему захисту посівів. Економічна ефективність такої технології є нижчою, ніж у ресурсоощадних технологій вирощування зернових культур.

5. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ В КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ НА ОСНОВІ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗА КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ

Кукурудза в короткоротаційній сівозміні розміщувалась після пшениці озимої. Погодні умови періоду досліджень мали суттєвий вплив на проходження культурою етапів онтогенезу та на формування врожайності зерна. В умовах зміни клімату спостерігається зростання середньодобової температури, зменшення кількості опадів та суховію, що призводить до значної втрати запасів вологи у ґрунті.

Структурні елементи урожайності є невід'ємною складовою продуктивності посівів всіх сільськогосподарських культур, в тому числі кукурудзи. Вплив будь якого агротехнічного заходу на урожайність і якість продукції безпосередньо проявляється на цих показниках. Формування високої врожайності зерна кукурудзи та якості зумовлюється головними структурними елементами, до яких відносяться: маса 1000 зерен, число рядів зерен, число зерен у ряді, число зерен на одному качані, довжина та діаметр качана. (рис. 8). У середньому за роки досліджень детальний аналіз елементів структури врожаю гібрида кукурудзи показав, що застосування різного обробітку ґрунту, застосування добрив, передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення мало безпосередній вплив на основні елементи врожаю кукурудзи, а саме на довжину та діаметр качана та масу зерна з качана та масу 1000 зерен.

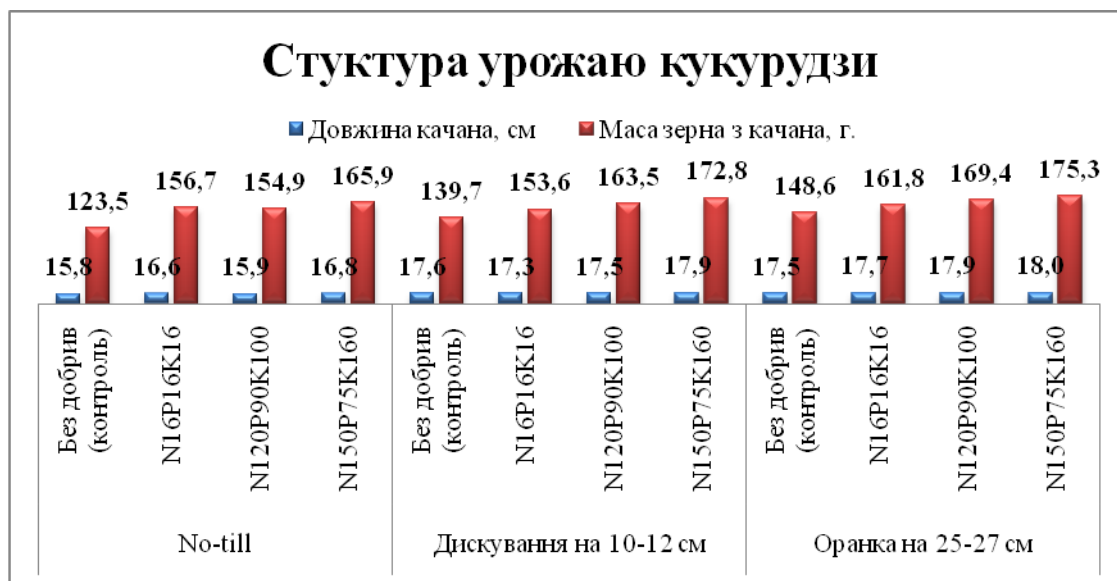


Рис.8 Структура урожаю кукурудзи залежно від систем обробітку ґрунту та удобрення, 2021-2023 рр.

Розміри качанів, що сформувалися на рослинах кукурудзи, були характерними для певного генотипу гібриду. При встановленні параметрів довжини качанів урахувували тільки озернену частину. За результатами біометричних вимірювань найменший середній показник довжини качана встановлений на варіанті без застосування добрив – 15,8-17,6 см. Показник діаметра качана практично не змінювався під впливом досліджуваних факторів і залежав від генотипу особливості гібриду та складу, в середньому за 2021-2023 рр., за оранки – 44,9-45,8 мм, дискування – 42,1-44,6 мм та No-till – 40,1-43,9 мм.

Основними прийомами які мали безпосередній вплив на продуктивність кукурудзи, якісний склад зерна та зеленої маси є внесення мінеральних добрив, мікродобрив та стимуляторів росту рослин, що відмічали за всіх обробітків ґрунту. У рослин кукурудзи детальний структурний аналіз урожаю визначив, що довжина качана на контролі становила 15,8 см, а при застосуванні комплексу добрив, мікродобрива та біостимулятора росту при позакореновому підживленні вона збільшилася до 18,0 см. У рослин кукурудзи на контролі за різних систем обробітку ґрунту маса зерна з качана становила 123,5 г за No-till, 139,7 г за мінімального обробітку та 148,6 г за оранки.

Якість насіння гібридів кукурудзи значним чином формується на стадіях збирання-сушіння під впливом різних факторів. Залежно від них складаються показники, які характеризують посівні, сортові та врожайні властивості насіння – його життєздатність, продуктивність, генетичну і фізичну чистоту, вихід, масу 1000 насінин. За відсутності мінерального удобрення качани кукурудзи мали здебільшого зменшену загальну довжину качана, недорозвинені верхівкові ряди зерна та нижчу масу насіння проти удобрених варіантів. Так, маса 1000 насінин кукурудзи на цих варіантах становила 211,5-283,8 г. Тоді як за внесення добрив маса зерна підвищувалася на 36,2-46,8 г проти контрольних ділянок. За класичного обробітку ґрунту і внесення $N_{150}P_{75}K_{160}$ відмічено найвищу масу зерна, що становила 330,6 г (рис. 9).

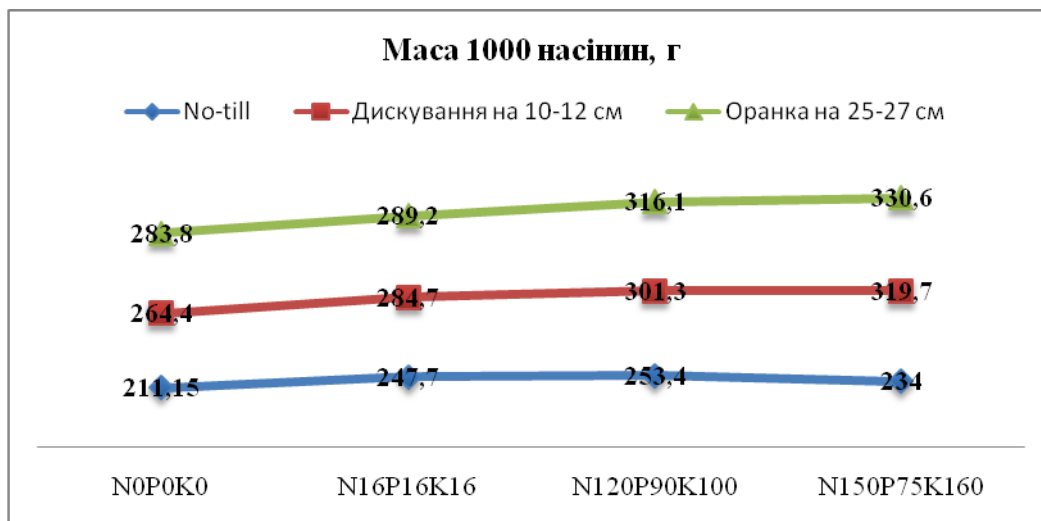


Рис.9. Маса 1000 насінин кукурудзи залежно від системи обробітку ґрунту та удобрення, 2021р.

Таким чином, на основі проведених трирічних досліджень встановлено, що в Лівобережному Лісостепу на чорноземі типовому малогумусному неглибокому застосування інтенсивної технології вирощування, яка передбачає внесення добрив на запланований урожай, проведення оранки на 25-27 см, інтегровану систему захисту посівів, сприяє найвищим показникам формування структури рослин кукурудзи.

Урожайність зерна кукурудзи формувалася залежно від систем обробітку ґрунту та рівня удобрення. У середньому за 2021-2023 рр. головною проблемою, що впливала на ріст та розвиток кукурудзи, була зміна погодних

умов, які призводили до мінливості врожайності. Дослідження, проведені в пошуку кращих підходів щодо вирощування культури, виявили ефективні та оптимальні елементи агротехнології. Обробіток ґрунту є базисом і важливою складовою. Він спрямований на підвищення родючості ґрунту і забезпечення стабільних врожаїв високої якості з найменшими витратами матеріальних та енергетичних ресурсів. Найвищу урожайність кукурудзи на рівні 9,76 т/га забезпечила технологія, що передбачала внесення $N_{120}P_{60}K_{90}$ та класичний обробіток ґрунту – оранку на 25-27 см (табл. 7).

Таблиця 7. Урожайність зерна кукурудзи залежно від систем обробітку ґрунту та удобрення, 2021-2023 р., т/га.

Варіант удобрення	No-till		Дискування на 10-12 см		Оранка на 25-27 см		± т/га відносно системи: No-till	
	т/га	± т/га до контролю	т/га	± т/га до контролю	т/га	± т/га до контролю	Дискування	Оранка
Без добрив	4,97	0,0	6,50	0,0	6,76	0,0	+1,53	+1,79
$N_{16}P_{16}K_{16}$	5,34	+0,37	7,02	+0,52	7,54	+0,78	+1,68	+2,20
$N_{120}P_{90}K_{100}$	5,71	+0,74	8,34	+1,84	8,82	+2,06	+2,63	+3,11
$N_{150}P_{75}K_{160}$	6,07	+1,10	8,94	+2,44	9,76	+3,00	+2,87	+3,69
НІР ₀₅ для фактору обробіток ґрунту – 0,32; НІР ₀₅ для фактору добрива -0,65; НІР ₀₅ загальний – 1,18								

Приріст врожайності від удобрення склав 3,0 т/га. За внесення цієї дози добрив та проведення дискування врожайність становила 8,94 т/га, а за системи No-till – на 6,07 т/га, що свідчить про високу ефективність класичного обробітку (оранки) при вирощуванні кукурудзи.

Найнижчі показники врожайності 4,97 т/га отримали в системі No-till за спрощеної системи удобрення. Приріст урожайності зерна відносно спрощеної системи удобрення становив 0,37 т/га за внесення дози добрив $N_{16}P_{16}K_{16}$. За внесення підвищених доз добрив $N_{120}P_{90}K_{100}$ приріст врожайності становив 0,74 т/га, а за розрахункової дози добрив $N_{150}P_{75}K_{160}$ – 1,10 т/га відносно спрощеної системи удобрення. Приріст врожайності відмічали відносно системи обробітку No-till. Так, за проведення дискування приріст становив 1,53-2,87 т/га, а за оранки – 1,79-3,69 т/га. Таким чином, найвищу врожайність зерна кукурудзи.

9,76 т/га отримали при проведенні оранки на 25-27 см на фоні внесення розрахункової дози добрив на заплановану врожайність $N_{150}P_{75}K_{160}$.

Застосування інтенсивних технологій вплинуло на формування якісних показників зерна (рис. 10). Вміст протеїну був найвищий за двох обробітків ґрунту і становив до 10,74 % протеїну. Внесення менших доз добрив знижувало вміст протеїну в зерні кукурудзи та сприяло накопиченню крохмалю. Так, за ресурсоощадної та спрощеної моделей технологій в системі обробітку ґрунту по-till отримали зерно із вмістом крохмалю 74,26 %, що становило на 0,08-3,08 % більше за удобрювані варіанти. Уміст жиру в зерні кукурудзи був відносно стабільним незалежно від моделей досліджуваних технологій і становив 4,1-4,7 %.

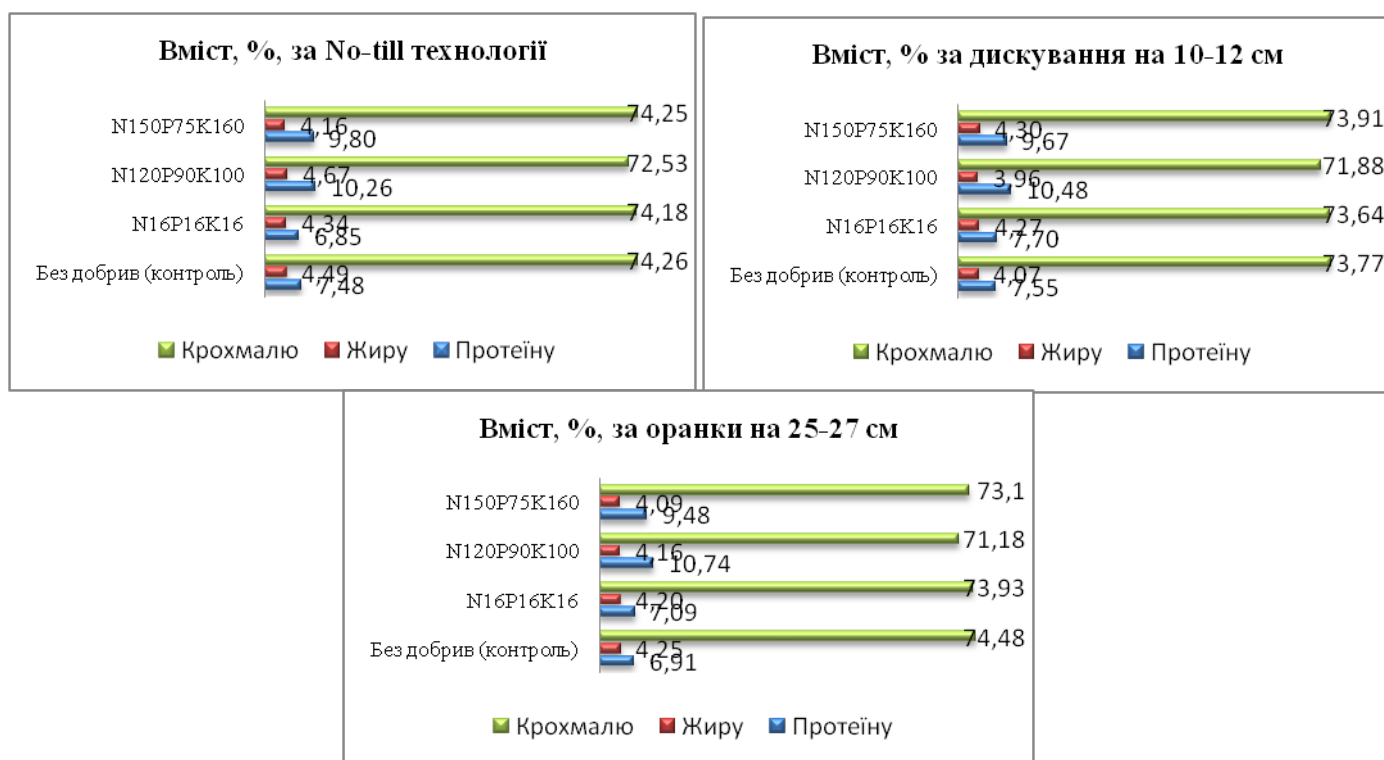


Рис 10. Біохімічні якості зерна кукурудзи за різних моделей технологій вирощування, % на суху речовину, 2021-2023 р.

Економічно ефективні технології вирощування сільськогосподарських культур повинні забезпечувати високі показники врожайності, прибутку і рентабельності за найнижчих витрат. Проте, як відомо, у сільськогосподарському виробництві максимальна реалізація потенціалу продуктивності досягається за рахунок значних вкладень матеріально-

технічних ресурсів, які часто не покриваються відповідними приростами врожаю. Це нерідко спостерігається й за вирощування кукурудзи.

Відомо, що досягнення високої врожайності кукурудзи можливе лише за рахунок зростання рівня інтенсивності виробництва. Важливе значення для реалізації потенціалу продуктивності кукурудзи має створення сприятливого фітосанітарного стану у посівах, особливо за показником забур'яненості.

Вирощування кукурудзи в умовах воєнного стану з унесенням мінеральних добрив у дозах понад $N_{150}P_{75}K_{160}$ є економічно необґрунтованим, оскільки призводить до зростання собівартості продукції, зниження прибутку, а також зумовлює істотне падіння показника рентабельності, хоча й забезпечує отримання більшої врожайності зерна. Але за розрахунками економічної ефективності вирощування кукурудзи найвищі показники отримано за ресурсоощадної моделі технології, яка передбачала внесення $N_{16}P_{16}K_{16}$ за проведення дискування на 10-12 см. Виробничі витрати за цієї технології становили 11,54 тис. грн/га, при цьому собівартість вирощеної продукції була на рівні 1,60 тис. грн/т, а прибуток сягав 24,45 тис. грн/га із рівнем рентабельності 212 % (табл. 8). Отримання більш високих показників врожайності за інтенсивних технологій на фоні високих виробничих затрат до 27,49 тис. грн/га підвищували собівартість продукції до 2,39 тис. грн/т, що в свою чергу знижувало отримання прибутку та рентабельності виробництва.

Економічна ефективність вирощування зерна кукурудзи значною мірою залежала від рівня врожайності, що формувалась в досліджуваних варіантах під дією добрив, стимулятора росту рослин та систем обробітку ґрунту. Показники виробничих витрат за варіантами обробітку ґрунту коливались в межах 21,15-27,49 тис. грн/га з максимумом за оранки 25-27 см та інтенсивної технології удобрення.

Енергетичний аналіз ефективності вирощування культур за різних систем основного обробітку дає уявлення про витрати енергії як однієї з фізичних категорій, необхідної для певного виробництва. Поняття ефективність використання енергії встановлює її співвідношення на вході й виході

сільськогосподарської системи та визначається коефіцієнтом енергетичної ефективності.

Таблиця 8. Економічна ефективність технологій вирощування кукурудзи на зерно, 2021-2023 р.

Варіант удобрення	Виробничі витрати, грн/га	Собівартість, грн/т	Прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %
No-till				
Без добрив	10279	3294	5321	52
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	12259	3523	5141	42
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₀₀	21159	4842	691	3
N ₁₅₀ P ₇₅ K ₁₆₀	22992	5649	-2642	-11
Дискування				
Без добрив	11328	1842	19422	171
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	11542	1603	24458	212
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₀₀	21159	2052	30391	144
N ₁₅₀ P ₇₅ K ₁₆₀	26219	2507	26081	99
Оранка				
Без добрив	11542	1741	21608	187
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	13575	1740	25425	187
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₀₀	26219	2401	28381	108
N ₁₅₀ P ₇₅ K ₁₆₀	27495	2391	30005	109

Ефективність технології визначається відношенням кількості енергії, що отримана з врожаєм, до кількості витраченої не поновлювальної. Сучасні ресурсозберігаючі технології направлені на здешевлення сільськогосподарської продукції, а також складових енерговитрат як по видах, так і по операціях. Із загальних затрат на обробіток ґрунту 75-85 % енергії витрачається на основний обробіток. На його виконання нині витрачається чималий відсоток енерговитрат, передбачених технологіями вирощування культур. Енергозберігаюча функція мінімального обробітку є загальновизнаною. Головна її перевага – це економія пального порівняно з оранкою. Так, витрати пального за мінімального обробітку ґрунту скорочуються на 50-54 %. Енергетична оцінка агрозаходів, які вивчали в досліджах у короткоротаційній зерновій сівоzmіні, визначалась за технологічними картами шляхом підрахунків витрат енергії на вирощування культур на площі 1 га і енергоємності отриманої врожайності.

При розрахунках енергетичної ефективності встановлено, що витрати енергії на вирощування залежали від наступних складових, які розраховували на 1 га сівозмінної площі: насіння – 27 %, удобрення – 23 %, затрати праці – 18 %, трактори та с.-г. машини – 14 %, паливно-мастильні матеріали (ПММ) – 11 %, засоби захисту рослин – 6 % та ін. Аналіз ефективності вирощування кукурудзи на зерно свідчить про різну енергоємність зерна з 1 га. Відповідно цей показник залежить від вмісту енергії в зерні і рівня урожайності культури. Найвищий вихід енергії отримали за основного обробітку ґрунту – оранки на 25-27 см (табл. 9).

Таблиця 9. Енергетична ефективність технологій вирощування кукурудзи на зерно, 2021-2023 р.

Показники енергетичної ефективності за системи обробітку ґрунту	Модель технології (доза добрив)			
	без добрив	N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₀₀	N ₁₅₀ P ₇₅ K ₁₆₀
No-till				
Витрати енергії, ГДж/га	30,04	31,92	32,07	32,44
Енергоємність урожаю ГДж/га	101,7	104,7	105,8	118,4
К _е	3,39	3,28	3,30	3,65
Дискування на 10–12 см				
Рівень рентабельності, %	161	115	-7	-18
Витрати енергії, ГДж/га	30,19	32,07	32,22	32,59
Енергоємність урожаю ГДж/га	122,3	126,5	135,5	145,2
К _е	4,05	3,94	4,20	4,45
Оранка на 25–27 см				
Витрати енергії, ГДж/га	30,87	32,75	32,90	33,27
Енергоємність урожаю ГДж/га	124,4	141,2	146,1	163,2
К _е	4,03	4,31	4,44	4,90

Для отримання максимального рівня продуктивності і найвищої якості зерна кукурудзи в зоні Лівобережного Лісостепу на чорноземі типовому малогумусному неглибокому рекомендовано застосувати **інтенсивну технологію вирощування**. Вона передбачає внесення добрив N₁₅₀P₇₅K₁₆₀ на запланований урожай, проведення оранки на 25-27 см, інтегровану систему захисту посівів.

ВИСНОВКИ

1. За результатами оцінки елементів технології вирощування зернових культур і кукурудзи у короткоротаційних сівозмінах технологій встановлено раціональне вирощування за ресурсоощадної технології, яка передбачала внесення $N_{16}P_{16}K_{16}$.
2. Застосування оранки 25-27 см на фоні розрахункових доз добрив на запланований урожай з підживлення препаратів макро- і мікроелементів та залученням побічної продукції попередника забезпечувало найвищу урожайність зернових культур високої якості.
3. В короткоротаційних сівозмінах розміщуючи пшеницю озиму після ріпаку ярого із залученням побічної продукції економічно обґрунтованим є проведення оранки на 25-27 см з внесенням $N_{16}P_{16}K_{16}$, дворазове позакореневе підживлення препаратів макро- та мікроелементів з внесенням у період кушіння-трубкування та колосіння-цвітіння і забезпечує отримання 5,7 т/га зерна. Умовно чистий прибуток 25,8 тис. грн/га із собівартістю продукції 1,64 тис. грн./т, рентабельність 195 %.
4. За вирощування ячменю ярого найкращі показники економічної оцінки елементів технології отримано за класичного обробітку ґрунту – оранки на 25-27 см та системи удобрення $N_{16}P_{16}K_{16}$. Врожайність становила 2,4 т/га, умовно чистий прибуток 10,49 тис. грн/га із собівартістю продукції 2,76 тис. грн./т, рентабельність 117 %.
5. Найвищі показники ефективності вирощування кукурудзи отримано за ресурсоощадної технології з внесенням $N_{16}P_{16}K_{16}$ та мікродобрив, застосуванні побічної продукції попередників з проведенням дискування на 10-12 см. Урожайність сформувалась на рівні 7,0 т/га виробничі витрати становили 11,54 тис. грн/га, собівартість вирощеної продукції була на рівні 1,60 тис. грн/т, а прибуток сягав 24,45 тис. грн/га із рівнем рентабельності 212 %.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

За результатами досліджень 2021-2023 рр. за кліматичних змін в умовах Лівобережного Лісостепу на основі управління процесами формування продуктивності та економічної доцільності розроблено технології вирощування зернових культур в короткоротаційних сівозмінах:

1) ресурсоощадна технологія вирощування пшениці озимої.

Передбачає вирощування пшениці озимої після попередника ріпак ярий, проведення оранки на 25-27 см, заробляння побічної продукції попередника, внесення мінеральних добрив $N_{16}P_{16}K_{16}$, дворазове позакореневе підживлення препаратами макро- та мікроелементів з внесенням у період кушіння-трубкування та колосіння-цвітіння, інтегрований захист посівів на основі моніторингу фітосанітарного стану та економічних порогів шкодочинності. *Забезпечує* отримання 5,7 т/га зерна, прибуток 25,8 тис. грн/га із собівартістю продукції 1,64 тис. грн/т, рентабельність 234 %, K_{ee} – 3,89.

2) ресурсоощадна технологія вирощування ячменю ярого.

Передбачає вирощування ячменю ярого після попередника кукурудза на зерно, проведення оранки на 25-27 см, заробляння побічної продукції попередника, внесення мінеральних добрив $N_{16}P_{16}K_{16}$, позакореневе підживлення препаратами макро- та мікроелементів у період кушіння-трубкування, інтегрований захист посівів на основі моніторингу фітосанітарного стану та економічних порогів шкодочинності. *Забезпечує* отримання 2,95 т/га зерна, прибуток 10,5 тис. грн/га із собівартістю продукції 2,76 тис. грн/т, рентабельність 117 %, K_{ee} – 3,43.

3) ресурсоощадна технологія вирощування кукурудзи на зерно.

Передбачає вирощування кукурудзи після пшениці озимої, проведення дискування на 10-12 см, заробляння побічної продукції попередника, внесення мінеральних добрив $N_{16}P_{16}K_{16}$, позакореневе підживлення мікродобривами в критичні фази розвитку, інтегрований захист посівів

на основі моніторингу фітосанітарного стану та економічних порогів шкодочинності. *Забезпечує* отримання 7,02 т/га зерна, прибуток 24,45 тис. грн/га із собівартістю продукції 1,6 тис. грн/т, рентабельність 212 %, $K_{ee} = 3,94$.

Для отримання максимального рівня продуктивності і найвищої якості зерна пшениці озимої, ячменю ярого та кукурудзи в Лівобережному Лісостепу на чорноземі типовому малогумусному неглибокому рекомендовано застосовувати **інтенсивну технологію вирощування**, яка передбачає внесення добрив на запланований урожай, проведення оранки на 25-27 см, інтегровану систему захисту посівів. Економічна ефективність такої технології є нижчою, ніж у ресурсоощадних технологій вирощування зернових культур.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Іванюта С.П., Коломієць О.О., Малиновська О.А., Якушенко Л.М. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналітична доповідь за ред. С. П. Іванюти. К.: НІСД, 2020. 110 с.
2. Задубинна Є.В., Тарасенко О.А., Вірьовка В.М., Тарасенко Т.В., Царинок Н.А. Способи збереження та відтворення родючості чорнозему типового малогумусного в чотирипільних короткоротаційних сівозмінах Лівобережного Лісостепу із пропорційним насиченням зерновими та олійними культурами: науково-практичні рекомендації.
3. Забродоцька Л.Ю. Основи агрономії : навчальний посібник. Луцьк: Інформ.-вид. відділ Луцького НТУ. 2019. 360 с.
4. Смага І. С., Черлінка В. Р., Романюк В. В., Цвик Т. І. Землеробство. Бур'яни і сівозміни : навч. посібник. Чернівці: Чернівець. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2022. 122 с.
5. Рудік О.Л., Лавриненко С.О., Лавриненко Н.М. Регулювання присутності бур'янів у сучасних агрофітоценозах. К.: Олді+. 2020. 150 с.
6. Гудзь В.П., Примак І.Д., Будьонний Ю.В., Танчик С.П. Землеробство: [Підручник. 2-ге вид. перероб. та доп.]. К.: Центр учбової літератури, 2010. 464 с.
7. Примак І. Д., Гудзь В. П., Вахній С. П. та ін. Ерозія і дефляція ґрунтів та заходи боротьби з ними. Біла Церква, 2001. 392 с.
8. Сайко В.Ф. Стан земельних угідь та поліпшення їх використання. Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН. 2005. Спец. вип. С. 33–41.
9. Тараріко Ю.О., Несмашна О.Є., Глущенко Л.Д. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур: Методичні рекомендації. К.: Нора-прінт, 2001. 59 с.
10. Демиденко О. В., Бойко П. І., Блащук М. І., Шаповал І. С., Коваленко Н. П. Сівозміни та родючість чорнозему Лівобережного Лісостепу. Сміла, 2019. 484 с.

11. Косолап М.П., Кротінов О.П. Система землеробства No-till. Навч. посібник. Київ: Логос, 2011. 252 с.
12. Вожегова Р.А., Малярчук М.П., Грановська Л.М. та ін. No-till система землеробства в Україні: наука і практика. К.: Олді+, 2021. С. 218.
13. Камінський В.Ф. Сівозміна як основа сталого землекористування та продовольчої безпеки України. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2015. Вип. 2. С. 3 – 15.
14. Єщенко В.О. Роль сівозмін у сучасному землеробстві. Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Землеробство». Київ: ВП «Едельвейс», 2015. Вип. 1. С. 23–27.
15. Мирошниченко М.С. Продуктивність короткоротаційних сівозмін за системи удобрення та обробітку ґрунту. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»* 2019; 3-4, с. 3-15.
16. Усатенко Ю. І. Ґрунтозахисна короткоротаційна сівозміна для фермерських господарств Степової зони. *Аграрна наука – виробництву*. 2008. № 3. С. 5.
17. Бойко П. І. Коваленко Н. П. Як врегулювати сівозміни. *Agroexpert*. 2011. № 8. С. 30-32.
18. Кабанець В.М., Собко М.Г., Медвідь С.І. Оптимальне розміщення сільськогосподарських культур та їх частка в сівозмінах північно-східного Лісостепу. Сад, 2015.- 24 с.
19. Бойко П. І. Бородань В. О. Коваленко Н. П. Екологічно збалансовані сівозміни-основа біологічного землеробства . *Вісник аграрної науки*. 2005. № 2. С. 9-13.
20. Нетіс І.Т. Характер осені і весни та посіви озимої пшениці: Монографія. Херсон: Айлант, 2004. 152 с.
21. Задубинна Є.В., Тарасенко О.А., Тарасенко Т.В. Заходи контролювання сегетальної рослинності за технології no-till в умовах Лівобережного Лісостепу. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2022. 24 с.

- 22.Ляшенко В.В., Карасенко В.М., Кракотець С.І. Вплив системи обробітку ґрунту та попередників на урожайність і якість зерна пшениці озимої. Вісник ПДАА № 4, 2021. С. 64-70.

Наукове видання

ЗАДУБИННА Є.В.

ТАРАСЕНКО О.А.

ПЕРЕЦЬ С.В.

ЦАРИНОК Н.А.

БЕБЕХ Ю.М.

**ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР В
КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ НА ОСНОВІ УПРАВЛІННЯ
ПРОЦЕСАМИ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗА КЛІМАТИЧНИХ
ЗМІН В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ**

НАУКОВО-ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ